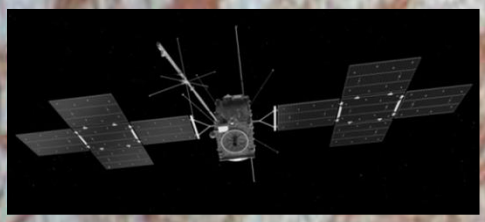
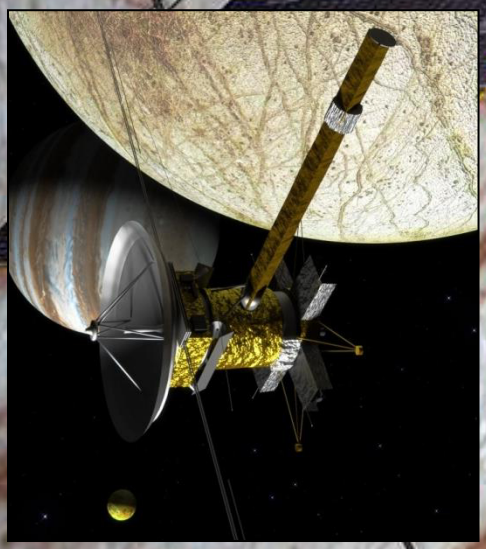
CAPSULA ESPACIAL

Revista digital de astronáutica y espacio
Nº 81 - 2023



Objetivo Europa



Sobrevuelos
Europa Clipper
Instrumentos científicos
Misión JUICE

Estimados lectores

Desde sus sobrevuelos en 1977 con las sondas Voyager 1 y 2 que descubrieron una capa de hielo en su superficie que podría estar ocultando a un extenso mar (y por que no, a algunas formas de vida, desconocidas en nuestro planeta), y posteriormente sobrevuelos por la sonda Galileo en 1994, la luna joviana Europa ha despertado gran interés; si bien son pocos, son mas que interesantes los proyectos creados a principios de la década de 1990 y las sondas construidas para su estudio, aquí veremos las naves que tienen como objetivo futuro el estudio detallado de la luna; espero puedan disfrutar de este excelente número.

Muchas gracias

Biagi, Juan

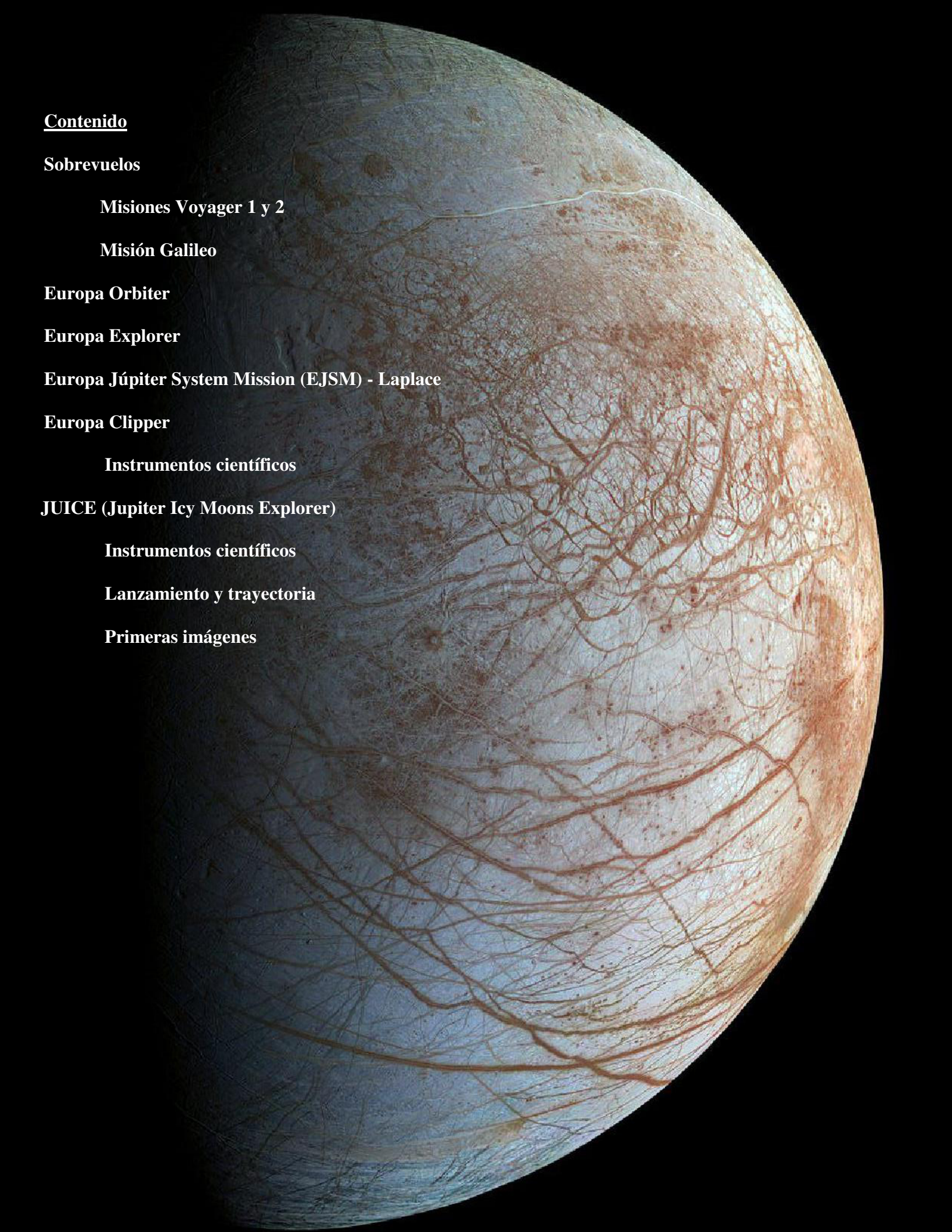
Contacto

https://capsula-espacial.blogspot.com

https://www.instagram.com/capsula_espacial/

r.capsula.espacial@gmail.com

Portada: **Europa Clipper en la inmediaciones de la luna galileana Europa (NASA)**



Contenido

Sobrevuelos

- **Misiones Voyager 1 y 2**
- **Misión Galileo**

Europa Orbiter

Europa Explorer

Europa Júpiter System Mission (EJSM) - Laplace

Europa Clipper

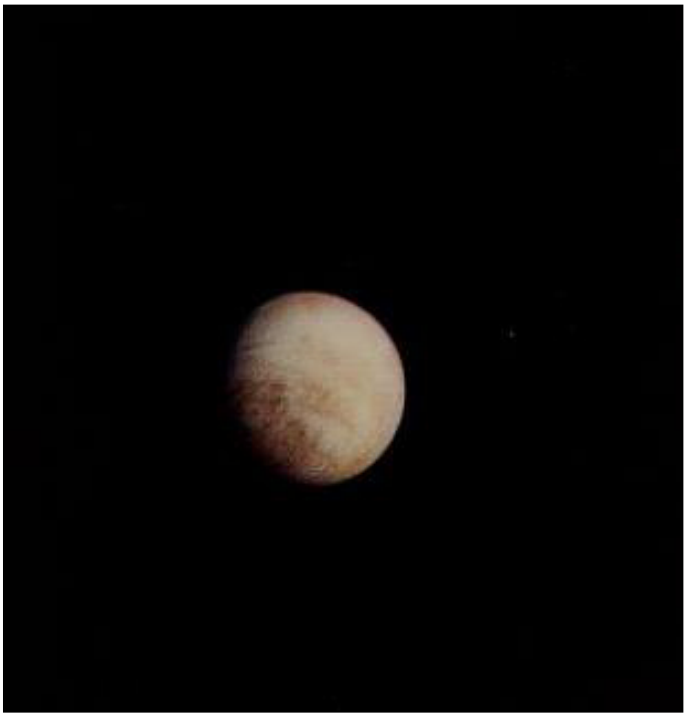
- **Instrumentos científicos**

JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer)

- **Instrumentos científicos**
- **Lanzamiento y trayectoria**
- **Primeras imágenes**

Sobrevuelos

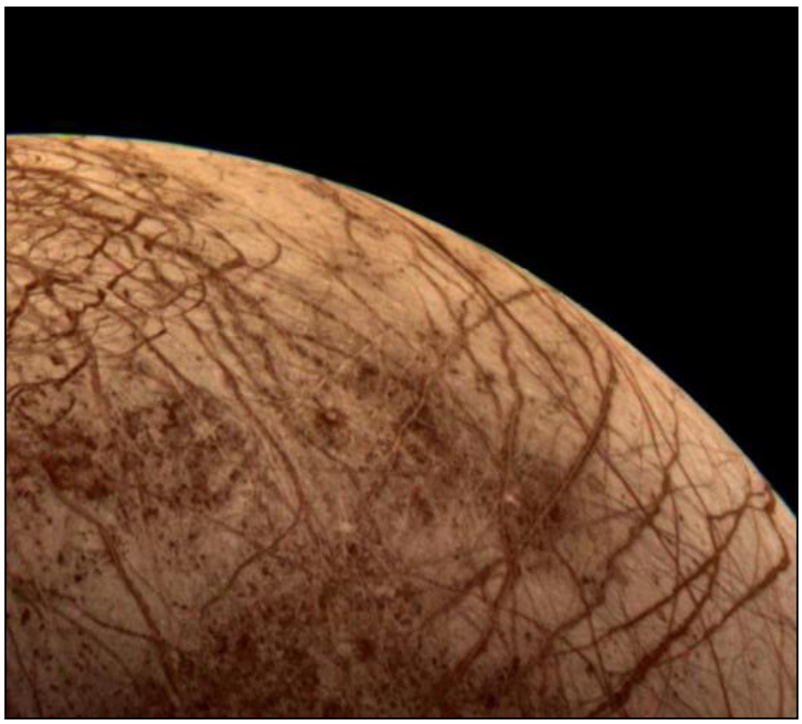
Misiones Voyager 1 y 2



La primera sonda en fotografiar Europa fue la Voyager 1 el 05-03-1979, debido a la distancia (733800 Km) sus fotos en baja resolución solo mostraban un satélite de color ámbar y zonas claras que posiblemente sería hielo o nieve, con un sistema de fracturas y fallas que científicos estaban convencidos de que podrían ser grietas causadas por procesos de movimientos tectónicos.

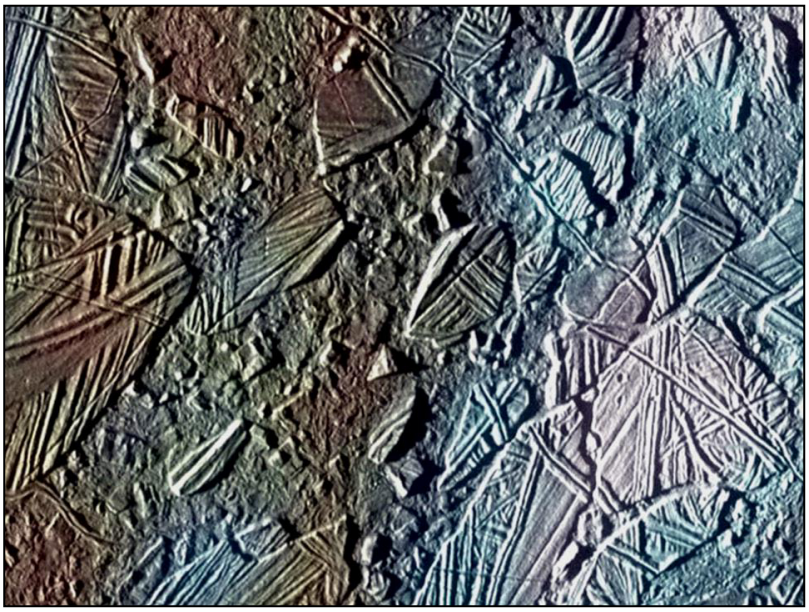
Voyager 2 pasaría a 205850 Km de Europa el 08-07-1979, sus fotografías, mas cercanas, daban idea de una superficie de una fina corteza de hielo que recubría agua o hielo más blando con sistemas de fractura que aparecían como roturas en la corteza, características lineales brillantes que podían ser hielo que brota hacia la superficie desde dentro

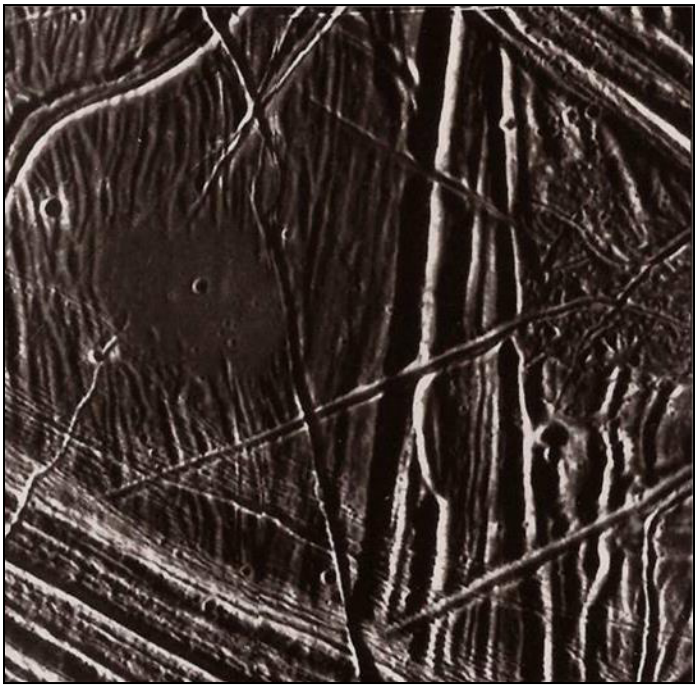
Se supo que Europa tiene una densidad aproximadamente tres veces mayor que la del agua, lo que podría tener una gran cantidad de este líquido, se podían observar muy pocos cráteres de impacto en la superficie, sugiriendo un proceso continuo de repavimentación, quizás por la producción de hielo fresco o nieve a lo largo de las grietas y flujos fríos parecidos a los de un glaciar.

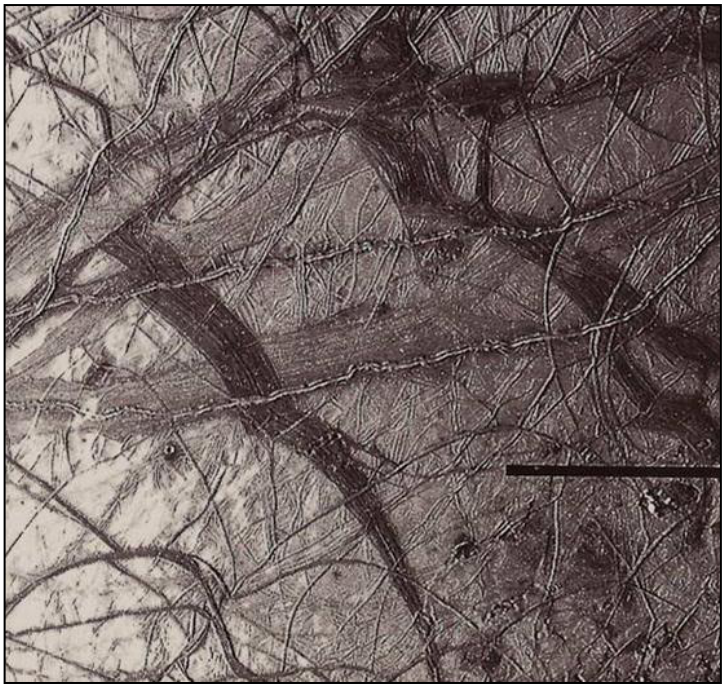


Misión Galileo

Durante la Misión Galileo, debido a varios sobrevuelos que se llevaron a cabo en los años 1997 y 1999, se hicieron gran cantidad de interesantes descubrimientos en la luna joviana Europa, la superficie es poco común, aún para una luna helada, al parecer la superficie tiene una capa superior, que no es tan antigua, en vez de cráteres hay grietas que se extienden por varios Km sobre toda la superficie, las imágenes de primer plano, sugirieron la existencia de un océano por debajo de la superficie; esta luna también evidencia un tipo de vulcanismo existente en la Tierra denominado críovulcanismo, otras características incluyeron fallas y cambios en la corteza helada, común en medio ambientes donde existe vulcanismo, debido al descubrimiento de un océano de líquido debajo de la superficie, la luna ha sido identificada como uno de los lugares del Sistema Solar que posiblemente podría albergar vida de tipo microbiana.







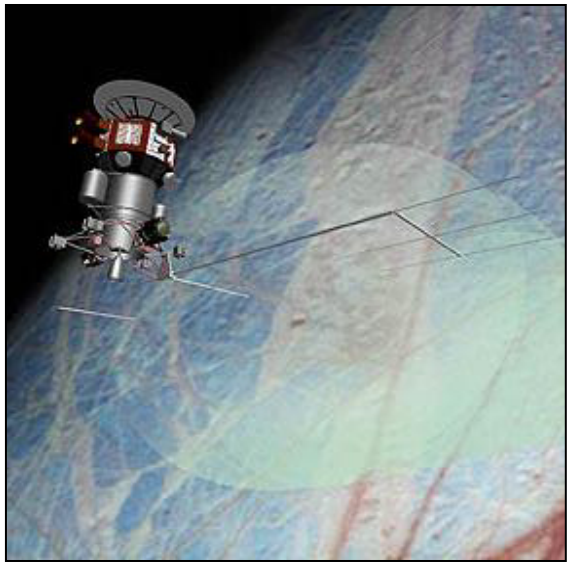
Europa Orbiter

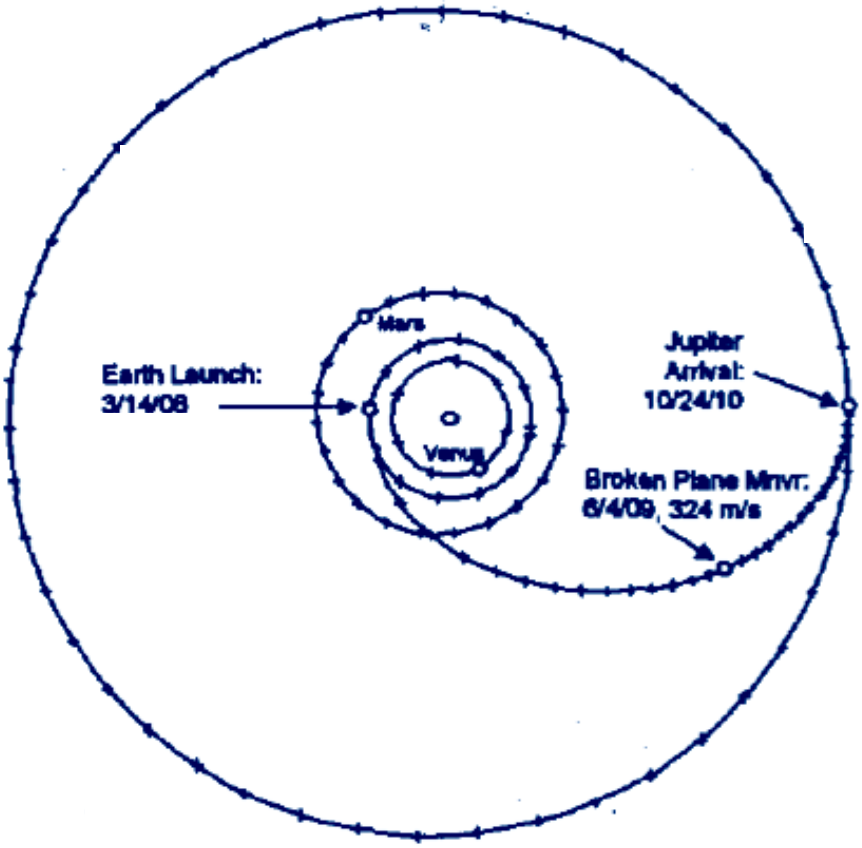
En 1999, la NASA emite un anuncio de oportunidad que solicitaba experimentos para una misión a la luna joviana denominada Europa Orbiter, el NASA/JPL hace un trabajo sobre una nave basada en un orbitador con un peso de 900 Kg (500 Kg serían combustible para maniobras) la sonda sería alimentada por un generador termoeléctrico de radioisótopos (RTG) y lanzada desde el STS en el año 2003, con una probabilidad de llegada al sistema joviano en 2007, luego cambiado al lanzamiento por parte de un cohete Delta IV en 2008 en una trayectoria directa, por lo que su arribo se estimaba en 2010, momento en el que comenzaría en tres partes su gira científica, centrada en Europa.

Los objetivos científicos serían, como máxima prioridad el determinar la presencia o ausencia de un océano subterráneo, caracterizar la distribución tridimensional de cualquier líquido subterráneo y sus capas de hielo suprayacentes, comprender la formación de características superficiales, incluidos sitios de actividad reciente o actual, e identificar sitios de aterrizaje candidatos para futuras misiones de aterrizaje.

Se esperaba que la carga útil incluyera instrumentos de detección remota, altimetría y radar de penetración de hielo; clave para identificar y caracterizar un océano subterráneo sería la respuesta de las capas exteriores de Europa a las mareas diurnas provocadas por Júpiter, por lo que la misión debía ser capaz de realizar mediciones geodésicas precisas, incluido los efectos de las mareas en el campo gravitatorio y la forma del satélite.

Los resultados de los estudios con la sonda Europa Orbiter fueron propicios para la creación de otra nave, el Jupiter Europa Orbiter (JEO), y la contribución de la NASA a la misión internacional Europa Jupiter System Mission (EJSM-Laplace).





Europa Explorer

En 2007, la NASA contrata el estudio de la misión a Europa denominada Europa Explorer concentrándose en tres áreas principales: el retorno de la ciencia; cronograma/riesgo, y la radiación residual; la NASA identificó a un grupo de miembros de la comunidad científica para que sirvieran como un Equipo de Definición Científica (SDT) y de esta manera poder refinar los objetivos de la misión; la SDT trabajó en estrecha colaboración con el equipo técnico para el diseño de la misión y logro de los objetivos propuestos.

Para lograr los objetivos científicos se consideraron varias arquitecturas diferentes como subsatélites, orbitador o combinaciones con un lander simple y con un lander sofisticado; el SDT calificó la capacidad de esas arquitecturas para cumplir con cada uno de los objetivos; el concepto de orbitador abordaba completamente todos los objetivos, mientras que las misiones del tipo lander y sobrevuelo sofisticados eran deficientes en todos los casos o se consideraban de alto riesgo.

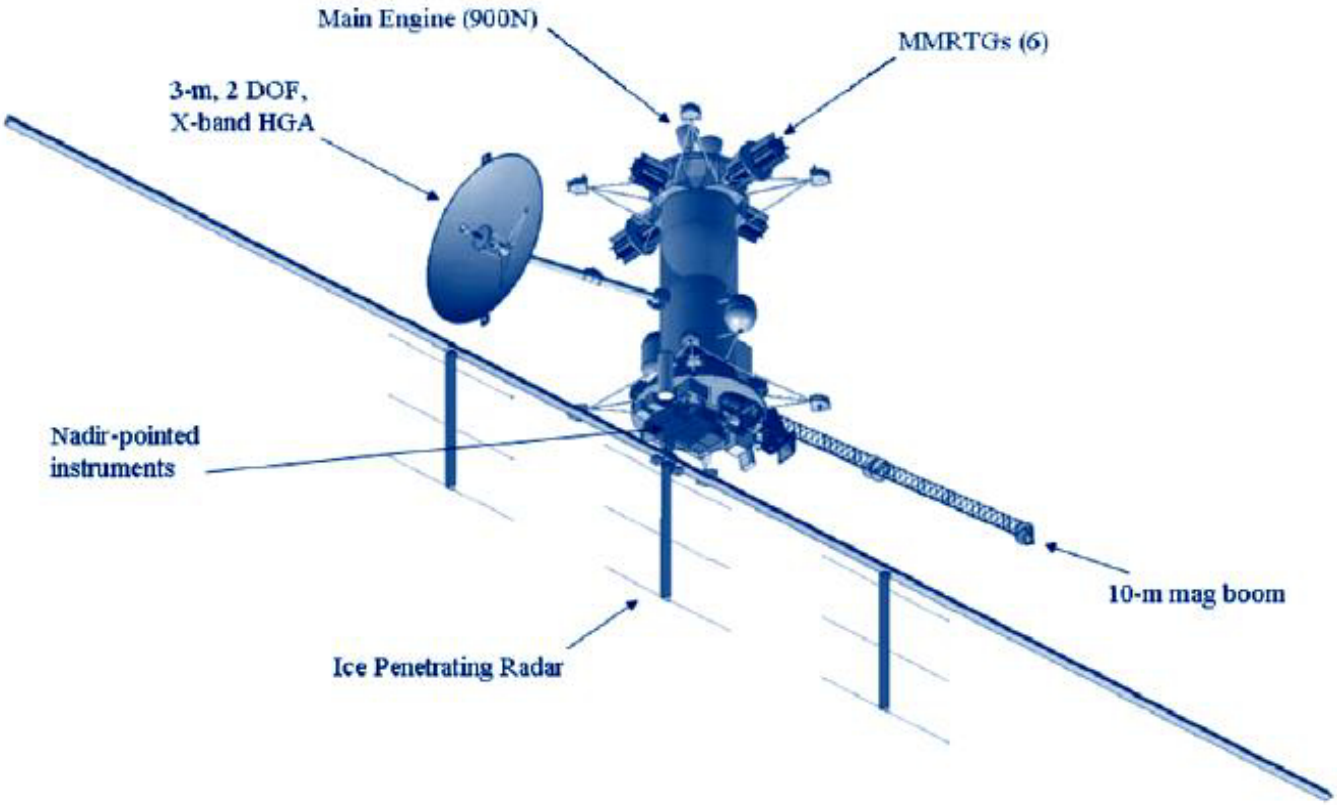
El concepto básico de la misión consistía en un lanzamiento en 2015 a bordo de un cohete Delta IV-H, viajando a Júpiter en una trayectoria de asistencia gravitatoria Venus-Tierra-Tierra (VEEGA) y llegando al sistema joviano en 2021; el motor principal colocaría a la sonda en órbita alrededor de Júpiter para una fase de gira joviana que duraría 23 meses, esta fase de recorrido minimizaría la cantidad requerida de propulsor mediante el uso repetido de la asistencia gravitatoria del satélite para bajar su órbita, hasta que una propulsión final insertaría a la nave en órbita alrededor de Europa.

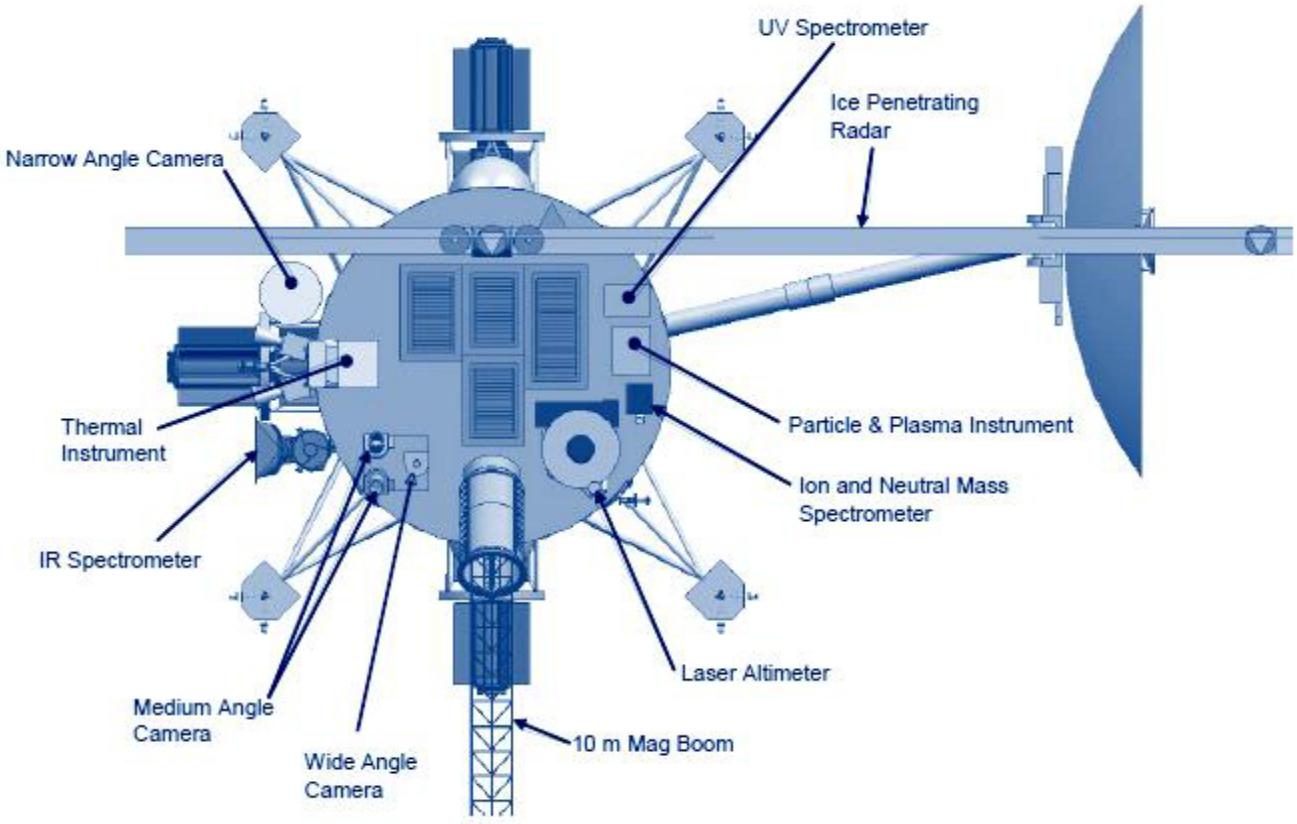
La fase de estudios científicos de Europa duraría un año; a una altitud de 100-200 Km, la sonda orbitaría a Europa aproximadamente 11 veces en un día, llevando una carga útil de 158 Kg en instrumentos científicos como los espectrómetros IR, UV, de partículas y plasma; altímetro láser; radar penetrador de hielo; magnetómetro; instrumento para estudio de iones de masa neutra y cámaras a color, con un consumo promedio de 106 W durante las órbitas de Europa.

Los sistemas de vuelo estarían dimensionados para proporcionar un volumen de datos promedio de 20 Gb por día, los escenarios operativos se desarrollaron con el SDT para cumplir con los objetivos científicos en un orden de prioridad utilizando métodos basados en la misión Mars Reconnaissance Orbiter (MRO).

La vida útil del diseño de la sonda estaba limitada por la dosis de radiación (el punto máximo de protección de radiación sería de 2,6 Mrad) con una misión primaria de 90 días, pero se estimaba un 75% de probabilidad de durar más de un año en órbita alrededor de Europa; debido a que los objetivos científicos se lograrían en gran medida dentro de los primeros 9 días, los meses restantes se utilizarían para dar respuesta a los descubrimientos.

La carga útil científica incluiría un radar para determinar el grosor del hielo en Europa y determinar qué había debajo, otros instrumentos serían un altímetro y sistemas de imágenes, entre otros dispositivos, llevaría a cabo un estudio de varios años del sistema de Júpiter, la sonda orbitaría a Europa más de 1000 veces y proporcionaría mayor cantidad de tiempo de observación de Europa que la sonda Galileo; discusiones posteriores con el Grupo de Evaluación de Planetas Exteriores (OPAG) en 2006, llevarrían a la definición de una misión de referencia más modesta.


Main Engine (900N)
MMRTGs (6)
3-m, 2 DOF,
X-band HGA
Nadir-pointed
instruments
10-m mag boom
Ice Penetrating Radar

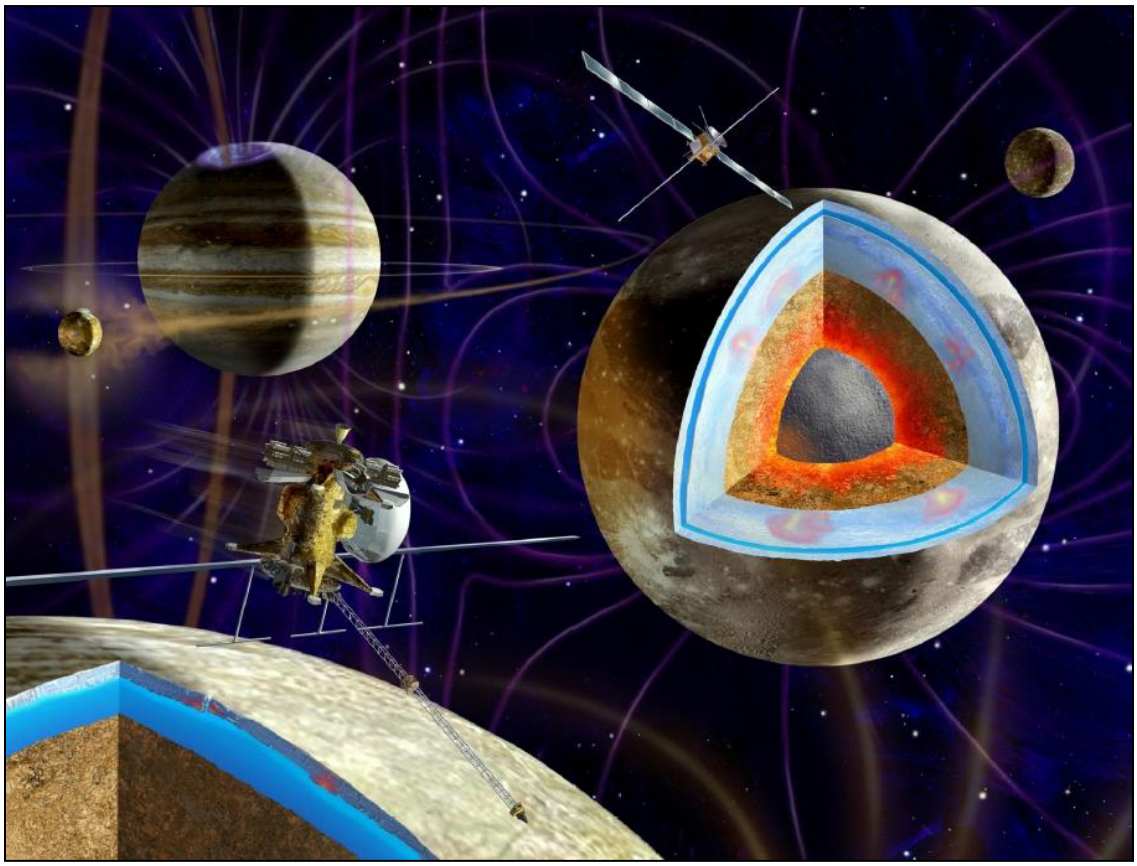

UV Spectrometer
Ice Penetrating
Radar
Narrow Angle Camera
Thermal
Instrument
Particle & Plasma Instrument
Ion and Neutral Mass
Spectrometer
IR Spectrometer
Laser Altimeter
Medium Angle
Camera
10 m Mag Boom
Wide Angle
Camera

Europa Júpiter System Mission (EJSM) - Laplace

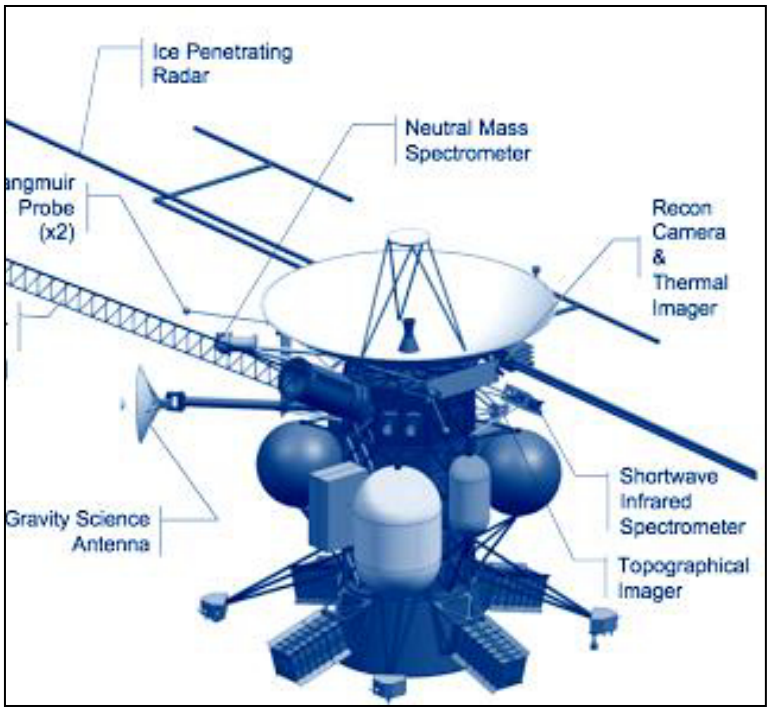
En 2008, la NASA y la ESA comenzaron investigaciones conjuntas para enviar una sonda para estudiar los satélites helados del Sistema Solar exterior bajo el título de Outer Planet Flagship Mission, en el estudio fueron consideradas dos misiones principales la Europa Júpiter System Mission (EJSM) y la Titan Saturn System Mission (TSSM), también conocidas bajo la designación TandEM de la ESA; en 2009, se anunció que NASA/ESA había dado prioridad a EJSM antes que a TSSM; la contribución de la ESA todavía enfrentaba la competencia de financiación de otras dos misiones, razón por la cual la NASA mantuvo un plan de contingencia para enviar su parte de la misión como un proyecto independiente.

La Misión EJSM-Laplace fue una misión espacial no tripulada conjunta propuesta por la NASA y la ESA cuyo lanzamiento estaba programado para 2020 para la exploración en profundidad de las lunas de Júpiter con un enfoque en Europa, Ganímedes y la magnetosfera de Júpiter, la misión habría compuesto al menos dos elementos independientes, el Jupiter Europa Orbiter (JEO) de la NASA y el Jupiter Ganymede Orbiter (JGO), denominado Laplace, por la ESA, para realizar estudios coordinados del sistema joviano.

Los objetivos serían caracterizar y determinar la extensión de los océanos bajo la superficie y sus relaciones con el interior más profundo, caracterizar las capas de hielo y cualquier agua subterránea, incluida la heterogeneidad del hielo y la naturaleza del intercambio superficie-hielo-océano, caracterizar la estructura interna, historia de diferenciación y (para Ganímedes) el campo magnético intrínseco, comparar las exosferas, entornos de plasma e interacciones magnetosféricas, determinar las composiciones y la química de la superficie global, especialmente en relación con la habitabilidad, comprender la formación de características superficiales, incluidos sitios de actividad reciente o actual e identificar y caracterizar sitios candidatos para futuras exploraciones.



Las sondas JEO y JGO llevarían instrumentos científicos complementarios, respectivamente, para monitorear fenómenos dinámicos (como los volcanes de Io y la atmósfera de Júpiter), mapear la magnetosfera joviana y sus interacciones con los satélites galileanos; altímetro láser para estudiar la amplitud y fase de las mareas gravitatorias en Europa y la morfología de las características de la superficie; estudio de radio ciencia de las mareas de Europa para determinar la extensión del océano y su relación con el interior más profundo; radar de penetración de hielo para identificar bolsas de agua y/o hielo debajo de la superficie, espectrómetro de IR visibles para el estudio componentes en Europa, Ganímedes y Calisto; estado y cristalinidad de los hielos y composición de la atmósfera de Júpiter; espectrómetro UV para el estudio de la composición y dinámica de las atmósferas de los satélites galileanos; espectrómetro de iones y masas neutras; cámara de ángulo estrecho geológica para observar procesos geológicos en Europa, Ganímedes y Calisto, monitoreo de volcanes y la estructura y dinámica de las nubes de Júpiter; cámara de gran angular y ángulo medio para la observación de la morfología y topografía en estéreo de Io, Ganímedes y Calisto, la dinámica de la atmósfera de Júpiter y la presencia y ubicación de agua dentro de Ganímedes y Calisto, sonar de ondas submilimétricas para el estudio de la dinámica de la estratosfera de Júpiter, perfiles verticales de velocidad del viento y temperatura



Las campañas orbitales en Europa serían 4 a distintas alturas, Campaña Europa 1- Estudio global 200 Km (28 días); Campaña Europa 2- Procesos regionales 100 Km (43 días); Campaña Europa 3- Procesos específicos 100 Km (28 días); Campaña Europa 4- Ciencia Enfocada 100 Km (165 días).

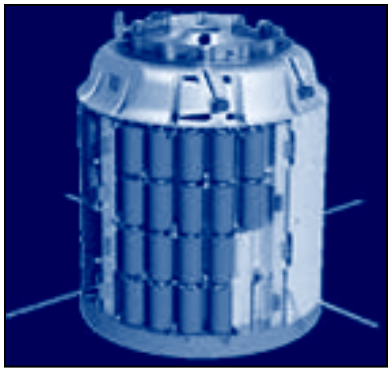
Las sondas serían similares, con redundancia completa para funciones de ingeniería, estructura estabilizada en 3 ejes que utilizaría tanto propulsores como ruedas de reacción para el control, sistemas de propulsión química propulsada con un solo motor principal, almacenamiento de energía con batería de iones de Litio, aislamiento multicapa y radiadores para control térmico, Banda X para las telecomunicaciones, comando, seguimiento y comunicaciones de emergencia, transpondedor de Banda Ka para ciencia de radio de doble banda (X y Ka).

El logro de estos objetivos cumplirá con la meta de determinar si el sistema de Júpiter alberga mundos habitables, mientras se detallan los procesos geofísicos, de composición, geológicos y externos que afectan a estos mundos helados y activos del tamaño de un planeta.

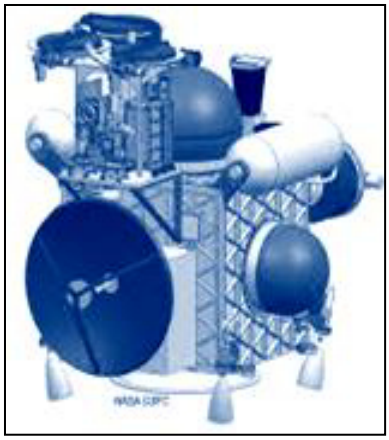
La Agencia de Exploración Aeroespacial de Japón (JAXA) y Roscosmos (Agencia Espacial Rusa) expresaron su interés en contribuir a EJSM-Laplace, aunque no se habían cerrado acuerdos; en 2011, la ESA declaró que parecía poco probable que se llevara a cabo una misión conjunta entre la NASA y la ESA a principios de la década de 2020 dado el presupuesto de la NASA, por lo que la ESA continuó con su iniciativa, llamada Jupiter Icy Moons Explorer (JUICE) basándose en el diseño de la sonda JGO.

Europa Clipper

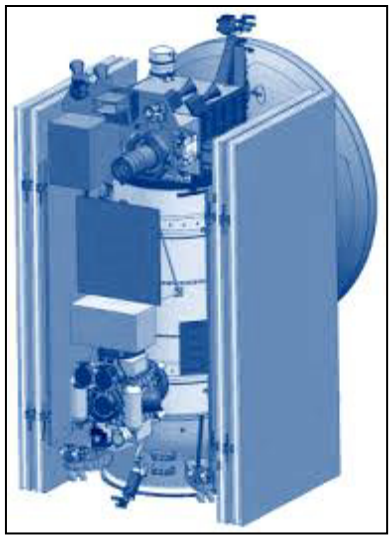
En 2013 el Consejo Nacional de Investigación recomendó una misión a Europa, la misión sería conjunta entre el Laboratorio de Física Aplicada de la Universidad Johns Hopkins (JHAPL) y el NASA/JPL; en 2013, se amplió la formulación de las actividades de la misión, determinaron objetivos científicos y financió el desarrollo preliminar de instrumentos de la sonda denominada Europa Multiple Flyby Mission (luego Europa Clipper); en 2015, la NASA ofrece a la Agencia Espacial Europea (ESA) presentar conceptos para una sonda adicional que volara junto con a la sonda con un límite de peso de 250 Kg como máximo, pudiendo ser una sonda simple**,** impactador o un lander, con un esquema de misión similar a Cassini-Huygens.



Como la misión no podía modificar fácilmente su trayectoria orbital o altitud para volar a través de los penachos de líquido, los científicos e ingenieros investigaron el despliegue desde la sonda de varios satélites del tipo CubeSat, para volar a través de las columnas y evaluar así, la habitabilidad del océano interno de Europa, algunas de las primeras propuestas, denominadas Mini-MAGGIE, DARCSIDE, Sylph y CSALT, fueron conceptos financiados para estudios preliminares, pero ninguno fue finalmente considerado.



También se evaluó el lanzamiento de una sonda adicional de 250 Kg llamada Biosignature Explorer for Europa (BEE), que habría estado equipada con un motor bipropulsor básico y de gas frío para ser más ágil y receptivo a la actividad en Europa y tomar muestras analizando los penachos de agua en busca de firmas biológicas y evidencia de vida antes de que fueran destruidas por la radiación, llevaría un espectrómetro de masas, cámaras UV, IR y visibles para la obtención de imágenes de la región activa con mejor resolución que los instrumentos de Europa Clipper, habría volado a una altitud de 2 a 10 Km, luego habría salido rápidamente y realizado su análisis lejos de los cinturones de radiación; una propuesta de la ESA era un concepto para una nave con un motor independiente, equipada con un magnetómetro que orbitaría Europa en una órbita polar durante al menos 6 meses, habría determinado la estructura interior profunda de Europa y proporcionado una buena determinación del grosor de la capa de hielo y la profundidad del océano, que no se puede hacer con precisión mediante múltiples sobrevuelos.

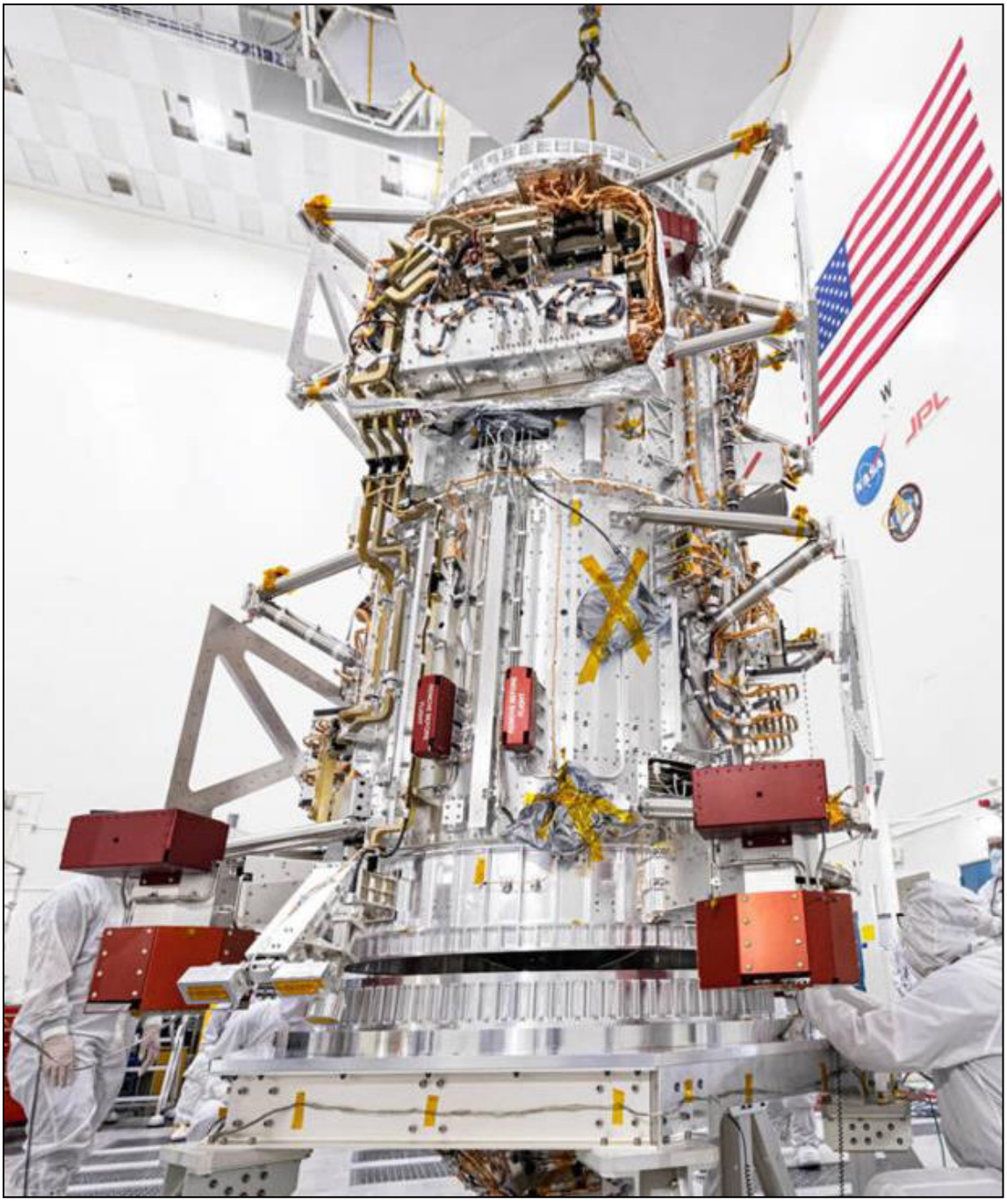


El concepto Europa Life Signature Assayer (ELSA) consistía en una sonda que podría haber volado como carga útil secundaria, habría utilizado un pequeño impactador para crear una columna de partículas bajo la superficie y las habría catapultado a altitudes por las que habría podido pasar para recoger muestras, posteriormente, la sonda con la muestra a bordo haría un sobrevuelo y usaría la fuerza gravitacional de Europa para una trayectoria de retorno libre hacia a la Tierra, el mecanismo de recolección sería similar a la misión Stardust.

Otro concepto requería incluir un lander estacionario de aproximadamente 1 m de diámetro, con un peso de 230 Kg (30 Kg de instrumentos), habría operado alrededor de 10 días en la superficie utilizando la energía de la batería, y los instrumentos sugeridos fueron un espectrómetro de masas y un espectrómetro Raman para determinar la química de la superficie.

En 2017, la misión Europa Clipper pasaría desde la Fase A a la Fase B (diseño preliminar) que continuaría en 2019, también se seleccionarían los proveedores de subsistemas, así como elementos de hardware prototipo para los instrumentos científicos, construcción y prueba de subconjuntos, su peso total con el propulsor sería de 6 tn.

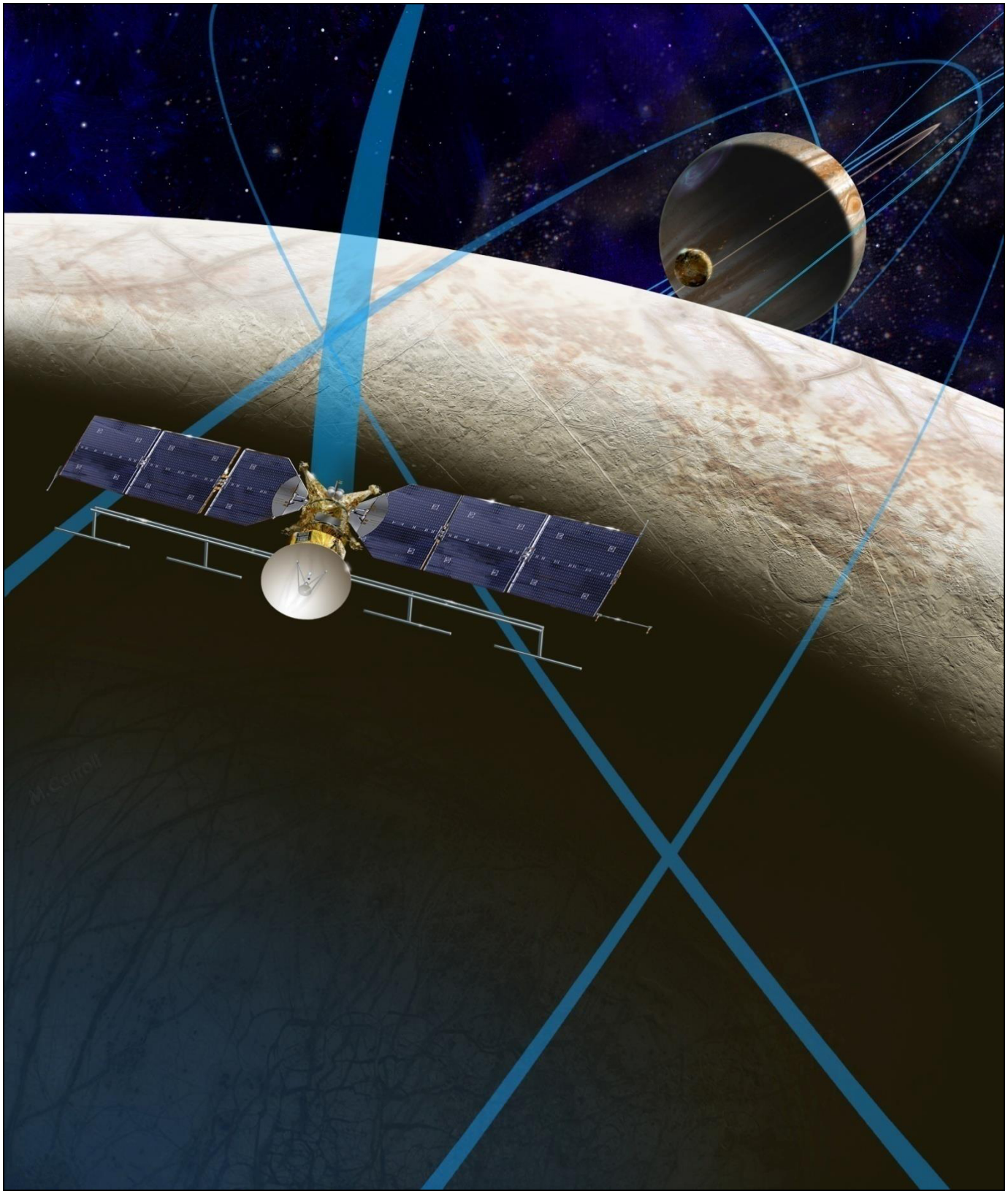
Los objetivos de la sonda Europa Clipper son explorar su habitabilidad y servir de ayuda en la selección de futuros sitios para un aterrizaje, estudiar la cubierta de hielo y el océano (confirmar su existencia e identificar la naturaleza del agua dentro o por debajo del hielo, así como los procesos de intercambio superficie-hielo-océano); distribución y química de los compuestos clave y sus relaciones con la composición del océano; características y conformación de los accidentes geográficos superficiales, incluidos sitios activos con actividad reciente.



Europa Clipper no orbitará alrededor de la luna, sino en torno a Júpiter y haría 50 sobrevuelos de Europa a altitudes entre los 25 y 2700 Km por encima de su superficie, cada sobrevuelo cubrirá un sector distinto para lograr hacer un relevantamiento topográfico global de mediana calidad, incluyendo el espesor del manto de hielo, se espera que la sonda pueda volar a una altitud lo suficientemente baja como para atravesar las plumas de vapor de agua que se elevan desde la delgada corteza helada del satélite, pudiendo así tomar muestras del océano bajo la superficie sin necesidad de aterrizar o de taladrar el hielo; como objetivo secundario tiene el de encontrar sitios científicamente interesantes para una futura misión de aterrizaje en Europa

Como Europa se encuentra inmersa en los campos de radiación que rodean a Júpiter, aún una sonda espacial endurecida para resistir la radiación sólo podría permanecer funcionando por pocos meses en una órbita baja, otro factor clave limitante de la misión científica, no es tanto el tiempo en el que los instrumentos puedan efectuar observaciones, sino el disponible para enviar hacia la Tierra los datos recogidos por los instrumentos, la mayoría de los instrumentos pueden recabar información de forma más rápida que lo que el sistema de comunicaciones puede transmitirla a la Tierra, debido al reducido número de antenas disponibles para recibir los datos científicos.

Los análisis realizados por los científicos del NASA/JPL indican que mediante la realización de sobrevuelos se dispondrían de varios meses para enviar los datos, entre cada uno de los sobrevuelos, la nave dispondrá de un periodo de 7 a 10 días para transmitir los datos almacenados en cada breve pasada, esta estrategia le permitirá a la sonda disponer de hasta un año para transmitir la información, y al mismo tiempo reducir la exposición a la radiación.

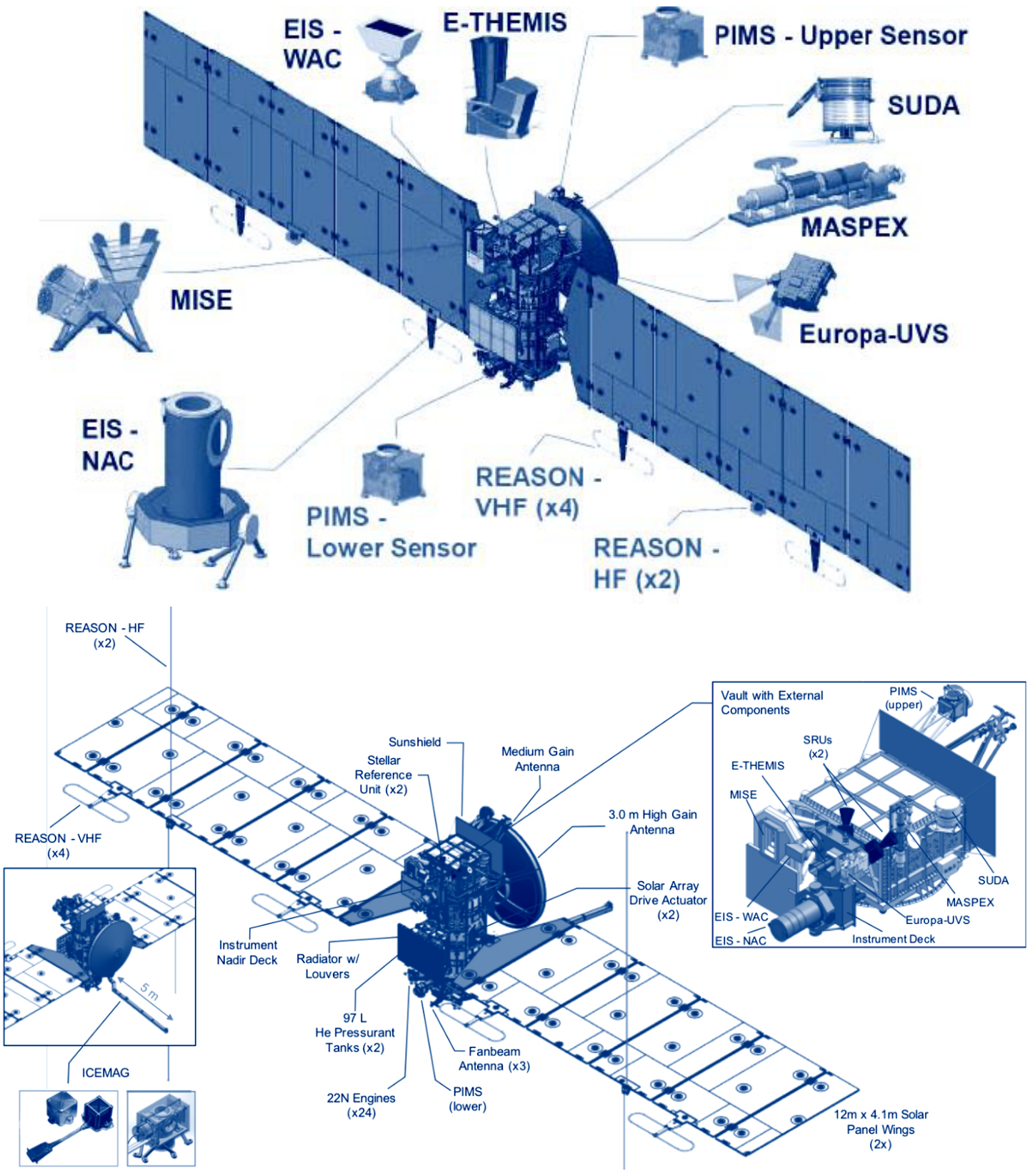


Con respecto a las radiaciones, Europa Clipper aprovechará la tecnología probada por las sondas Juno y Galileo, que estudiaron a Júpiter en relación con la protección contra radiaciones; el blindaje será un escudo de Titanio y Aluminio con un peso de 150 Kg, además, para maximizar su efectividad, la electrónica será alojada en el centro de la sonda para que cuente con una protección adicional contra radiaciones, la nave tiene 3 m de largo y cuenta con una antena de alta ganancia de 3 m de diámetro, también lleva una serie de persianas (a modo de disipador de calor) que se abren y cierran para mantener los instrumentos dentro de las temperaturas adecuadas para su funcionamiento.

Se evaluaron tanto el generador termoeléctrico de radioisótopos (RTG) como fuentes de energía fotovoltaica para alimentar al orbitador, la alternativa a los paneles solares era un generador termoeléctrico de radioisótopos multimisión (MMRTG), alimentado con Plutonio-238; existían cinco unidades disponibles, con una reservada para la misión Mars 2020 y otra como respaldo; en 2013, se decidió que la matriz solar era la opción menos costosa, y el 3-10-2014, se anunció la elección de los paneles solares para alimentar la sonda; los diseñadores de la misión determinaron que la energía solar era más barata que el plutonio y práctica de usar en la nave espacial, a pesar del aumento de peso de los paneles solares en comparación con los generadores alimentados con plutonio, se había proyectado que la masa del vehículo todavía estaría dentro de los límites aceptables de lanzamiento.

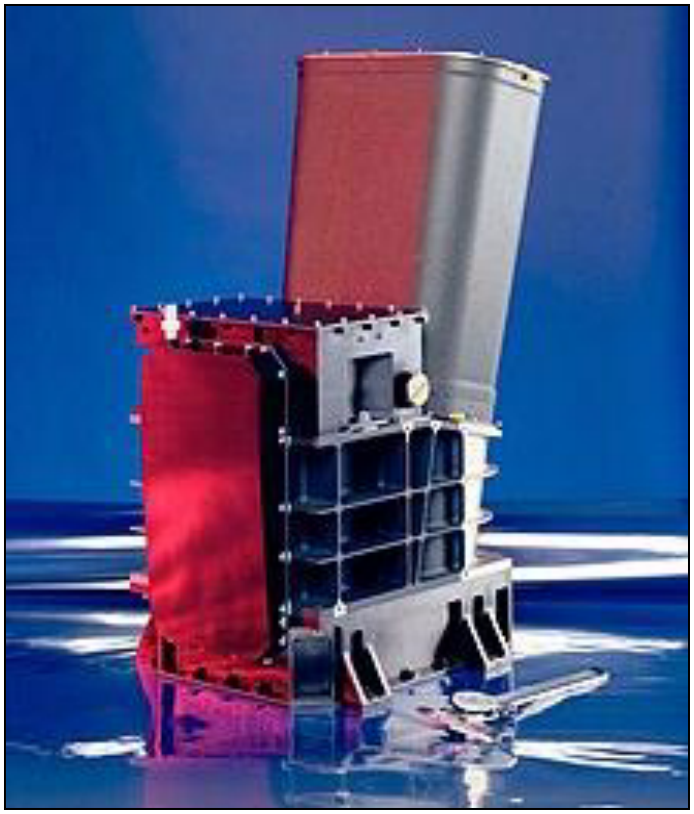
Cada panel solar tiene un área de superficie de 18 m^2 (15 m de largo) y producirá 150 W continuamente cuando apunte hacia el Sol mientras orbite alrededor de Júpiter; mientras esté a la sombra de Europa, las baterías permitirán que la sonda continúe recopilando datos. Sin embargo, la radiación ionizante puede dañar los paneles solares, la órbita de Europa cruza a través la intensa magnetosfera de Júpiter, que se espera degrade gradualmente los paneles solares a medida que avanza la misión.

Instrumentos científicos



Europa THermal Emission Imaging System (E-THEMIS)

Cámara térmica que proporcionará un mapa en imágenes multiespectrales de la superficie en las bandas del IR medio y lejano para ayudar a detectar sitios y áreas geológicamente activas, como posibles lugares que arrojan columnas de agua al espacio.

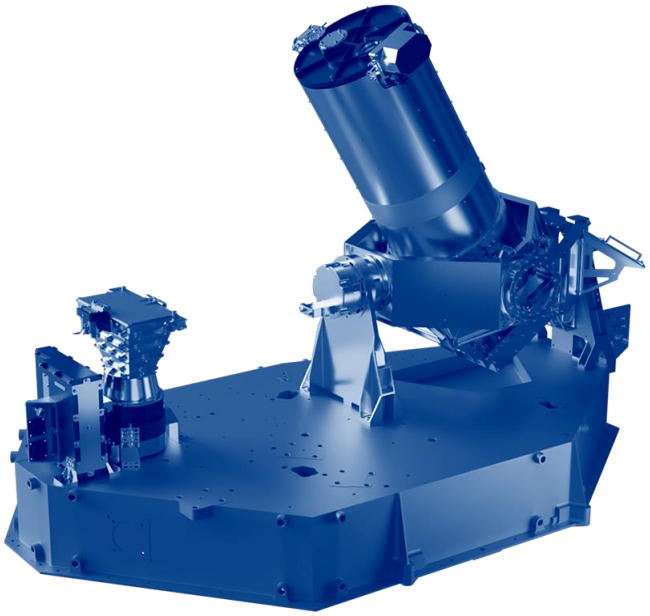


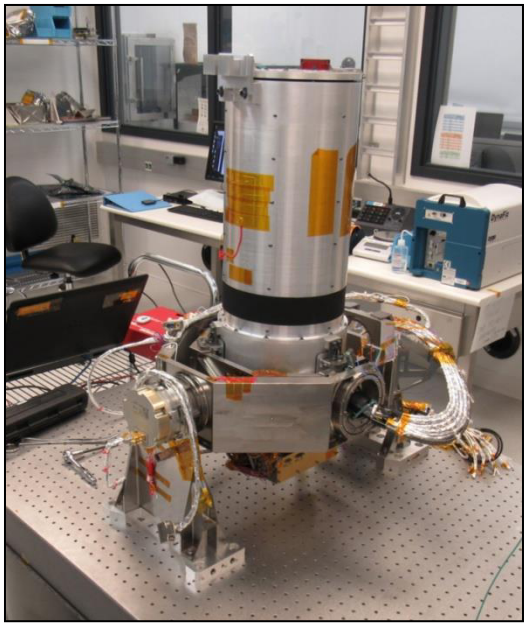
Europa UV Spectrograph (EUVS)

Espectrógrafo UV que podrá detectar pequeñas columnas o penachos de líquidos o elementos químicos y proporcionar valiosos datos sobre la composición y dinámica de la exosfera de Europa, sus dimensiones son de 35,7 x 36,2 x 15,8 cm, su rango espectral es de 55-210 nanómetros, su peso es de 16 Kg y utiliza 8,5 W de poder.

Europa Imaging System (EIS)

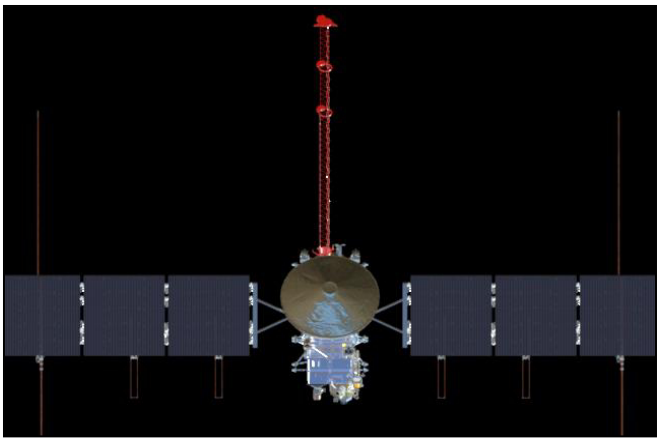
Sistema de cámaras que cartografiará la mayor parte de la luna con una resolución de 50 m y proporcionará imágenes de áreas de superficie seleccionadas con una resolución de hasta 0,5 m, la sonda tardará alrededor de 3 años en obtener el 95% de la superficie; con estos datos, los científicos podrían encontrar un lugar de aterrizaje adecuado, el sistema EIS tiene una cámara de ángulo amplio (WAC) y una cámara de ángulo estrecho (NAC), cada cámara tiene un sensor de 8 mpx sensible a las longitudes de onda visibles de la luz y una pequeña gama de longitudes de onda del IR cercano y UV; la NAC pivota 60° sobre dos ejes, ambas cámaras producirán imágenes estereoscópicas y tendrán filtros para adquirir imágenes en color.





Europa Clipper Magnetometer (ECM)

Instrumento para caracterizar los campos magnéticos alrededor de Europa, consta de tres compuertas de flujo magnético colocadas a lo largo de un brazo de 8,5 m, que se desplegará en el espacio; al estudiar la fuerza y la orientación del campo magnético de Europa en múltiples sobrevuelos, los científicos esperan poder confirmar la existencia del océano subterráneo en la luna, así como también estudiar el grosor de su corteza helada y medir la profundidad y salinidad del agua.

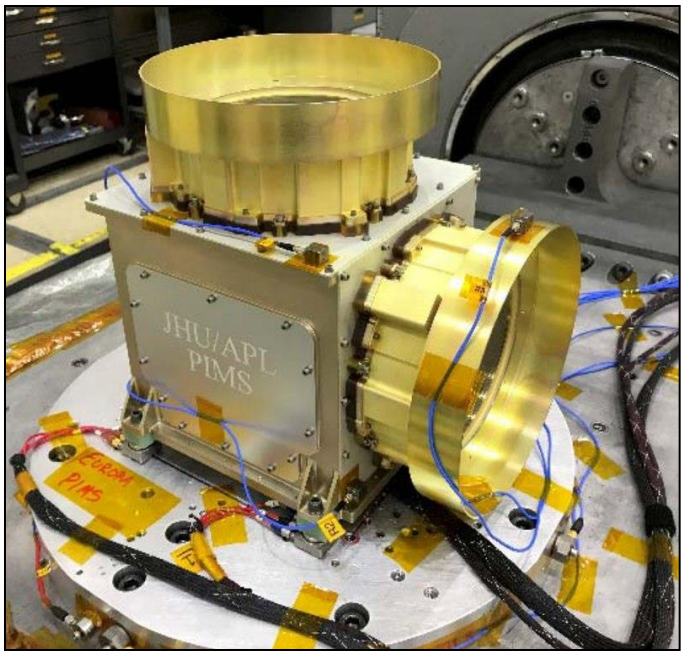


Gravity/Radioscience

La sonda utilizará su antena de radio para realizar experimentos adicionales sobre el campo gravitatorio de Europa, a medida que realice cada uno de sus 50 sobrevuelos, la gravedad de la luna alterará su trayectoria, al enviar señales de radio entre la Tierra y Europa y caracterizar el cambio Doppler en la señal de retorno, los científicos podrán crear detalladamente el movimiento de la nave, datos que ayudarán a determinar cómo se flexiona la luna en relación con su distancia de Júpiter, lo que a su vez revelará información sobre la estructura interna y los movimientos de las mareas.

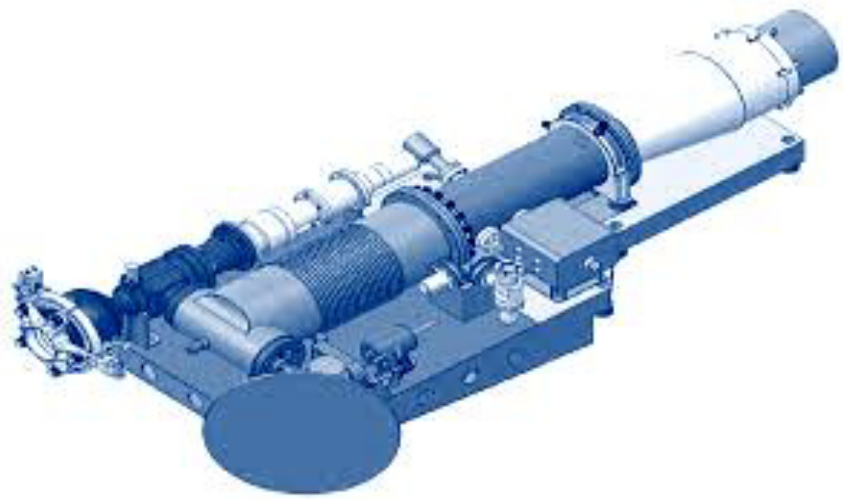
Plasma Instrument for Magnetic Sounding (PIMS)

Instrumento que mide el plasma que rodea a Europa para caracterizar los campos magnéticos generados por las corrientes de plasma, junto con el magnetómetro, es clave para determinar el espesor y profundidad de la capa de hielo, como también su salinidad, este instrumento también investigará los mecanismos responsables de la meteorización y la liberación de material de la superficie a la atmósfera y **a** la ionosfera, y comprenderá cómo Europa influye en su entorno espacial local y en la magnetosfera de Júpiter.



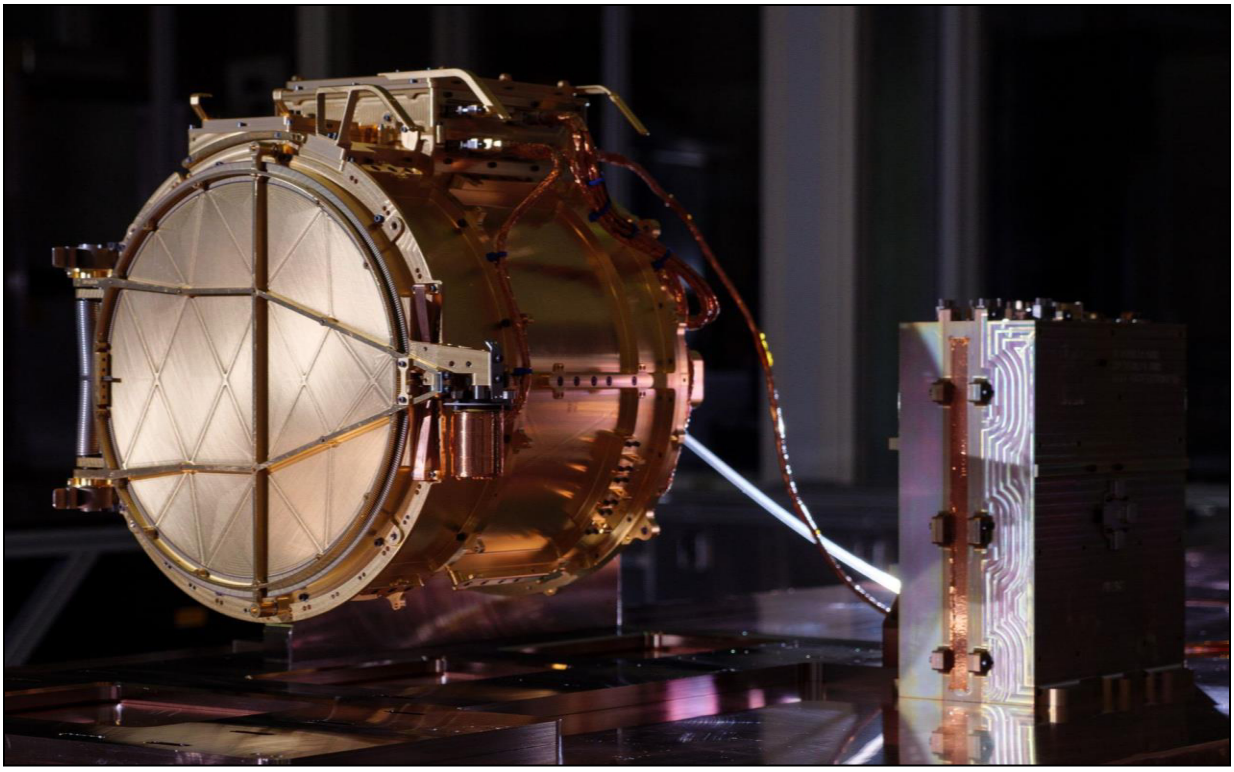
MAss Spectrometer Planetary Exploration (MASPEX)

Espectrómetro de masas que determinará la composición de la superficie y el subsuelo del océano midiendo la atmósfera extremadamente tenue de Europa y cualquier material de la superficie expulsado al espacio.



SUrface Dust Analyzer (SUDA)

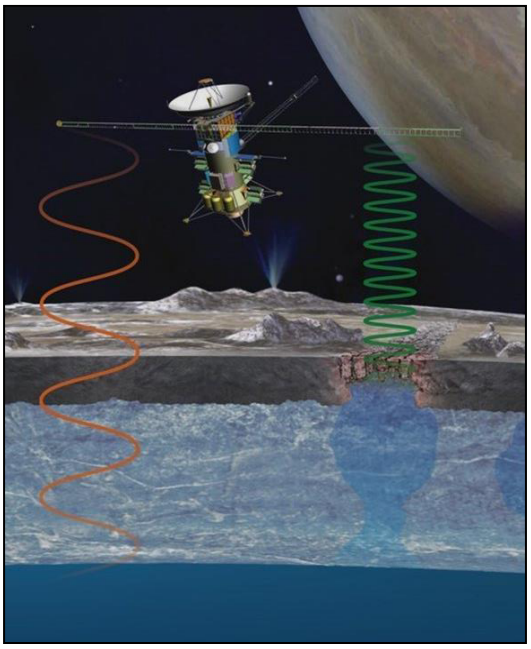
Espectrómetro de masas que medirá la composición de pequeñas partículas sólidas expulsadas, brindando la oportunidad de muestrear directamente la superficie y las posibles columnas en sobrevuelos a baja altitud, es capaz de identificar rastros de compuestos orgánicos e inorgánicos en el hielo de la eyección.



Radar for Europa Assessment and Sounding: Ocean to Near-surface (REAZON)

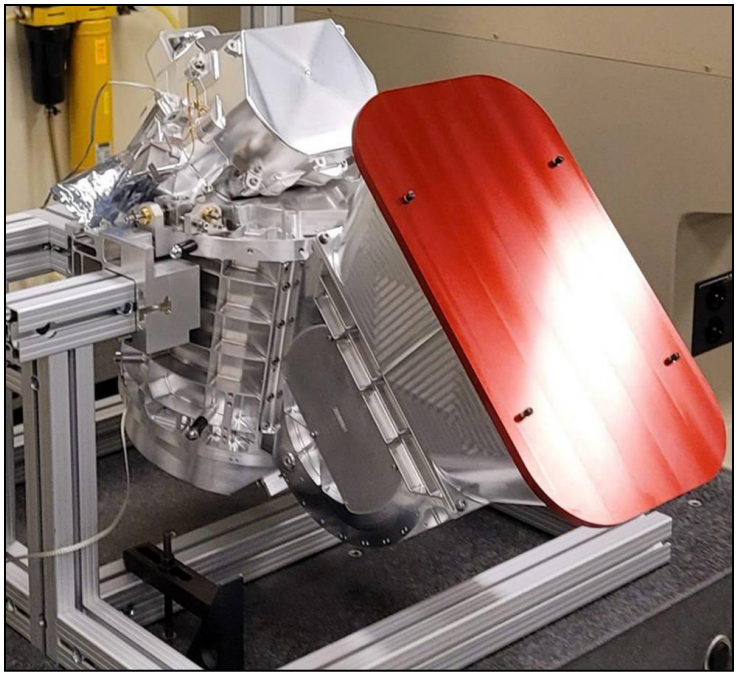
Radar de penetración de hielo de doble frecuencia que está diseñado para caracterizar y sondear la corteza de hielo de Europa desde la superficie cercana al océano, revelando la estructura oculta de la capa de hielo y posibles bolsas de agua en su interior.

REAZON utilizará ondas de radio de alta y muy alta frecuencia para penetrar el hielo de Europa hasta una profundidad de 30 Km, medirá el grosor del hielo y estudiará su estructura interna, incluidos los cuerpos de agua internos que pueden conectar la superficie y el océano, el instrumento también estudiará la topografía, composición y rugosidad de la superficie, y puede buscar signos de actividad en la ionosfera.

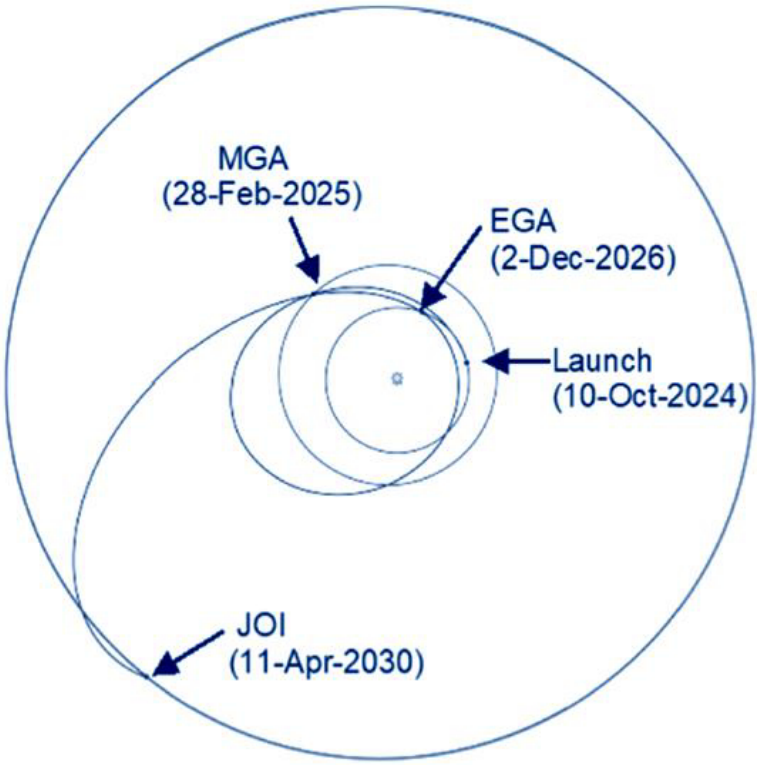


Mapping Imaging Spectrometer for Europa (MISE)

Espectrómetro de imágenes IR cercano para sondear la composición de la superficie de Europa, identificando y mapeando distribuciones de compuestos orgánicos incluidos aminoácidos y tolinas, sales, hidratos ácidos, hielo de agua y otros materiales, y relacionar la composición de la superficie de la luna con la habitabilidad de su océano.



Originalmente la sonda sería lanzada a bordo del cohete SLS, esta opción llevaría a la nave en una trayectoria directa a Júpiter en menos de 3 años, pero la NASA, debido a la falta prevista de cohetes SLS disponibles, había solicitado que se permitiera que otros cohetes pudieran lanzar la sonda, una alternativa a la trayectoria directa se identificó como el uso de un cohete comercial, con un tiempo de crucero más largo (6 años) que involucrara maniobras gravitacionales en Venus, la Tierra y/o Marte, por lo que se avanzó con el lanzamiento por medio de otro cohete, el 10-02-2021, se anunció que la misión utilizaría una trayectoria de 5,5 años hacia el sistema joviano, con una maniobra gravitacional MEGA, que involucrarían a Marte (febrero de 2025) y la Tierra (diciembre de 2026), a mediados de 2021, el cohete Falcon Heavy de Space-X fue el elegido para lanzar la nave; el lanzamiento está previsto para el 10-10-2024, con una fecha de llegada en 2030, y se identificaron fechas de lanzamiento de respaldo en 2025 y 2026.



JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer)

En 2004 la ESA (European Space Agency) consultó a la comunidad científica en general para establecer los objetivos de exploración espacial de Europa en la próxima década, en 2012, la ESA selecciona la misión JUICE, en 2015, la empresa Airbus fue seleccionada por la ESA como contratista principal para el diseño, desarrollo, producción y prueba de la sonda JUICE, nave que visitará Calisto, y si bien la misión no esta centrada en la luna Europa, le realizará varios sobrevuelos, haciéndole las primeras mediciones del grosor de la corteza helada e identificando sitios candidatos para futuras exploraciones, la nave finalmente entrará en órbita alrededor de Ganímedes en 2032, donde estudiará su superficie y estructura interna, incluido su océano subterráneo, y hará observaciones detalladas de las interacciones magnéticas y de plasma con la magnetosfera de Júpiter.

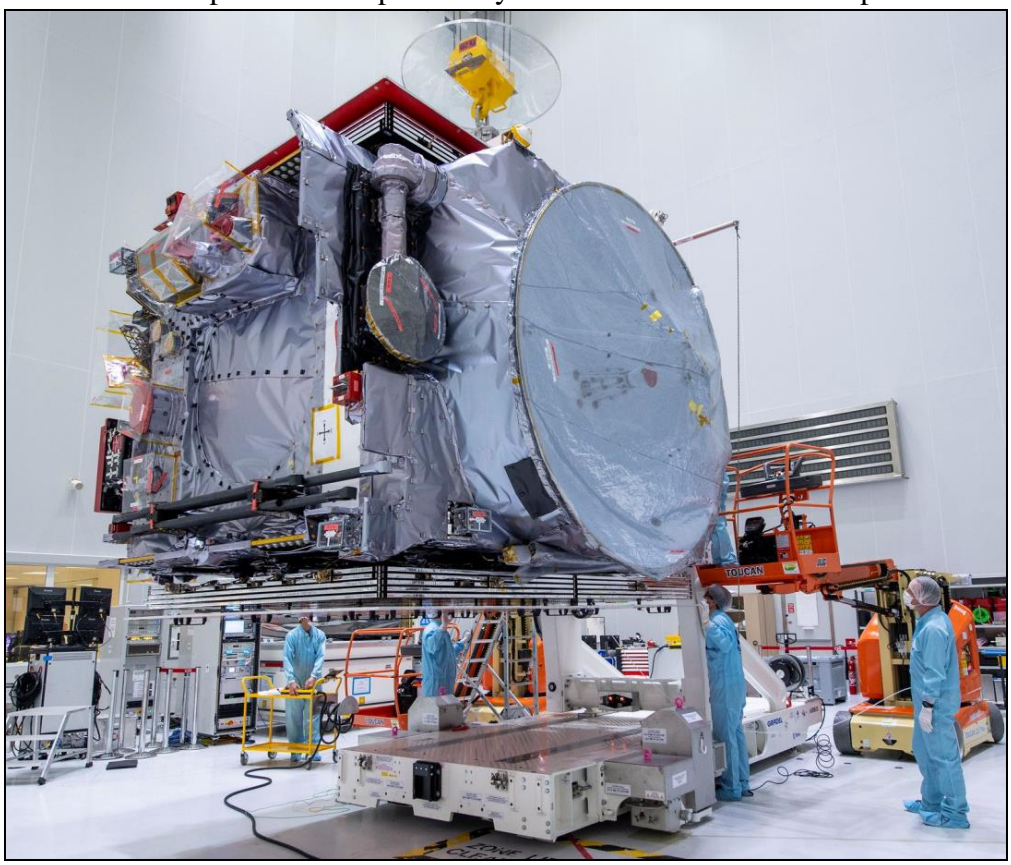
La nave se optimizó para operaciones en el ambiente frío de Júpiter y se cubrió con MLI (aislamiento de múltiples capas), durante la asistencia de gravedad de Venus, la antena de alta ganancia se usará como protector solar, para evitar forzar el diseño de la sonda para que también se adapte a este caso caliente en su totalidad, el control térmico pasivo se logrará con radiadores; sólo se proporcionará calefacción eléctrica; la gran distancia a la Tierra da como resultado un tiempo de ida y vuelta de la señal de hasta 1h 46 min que requiere una planificación previa cuidadosa y una ejecución autónoma de las operaciones por parte de la sonda; además, se requiere una antena de alta ganancia para el enlace descendente de datos dimensionado para un volumen de datos promedio diario de al menos 1,4 Gbit, suponiendo un paso máximo de telecomunicaciones de 8 h/día.

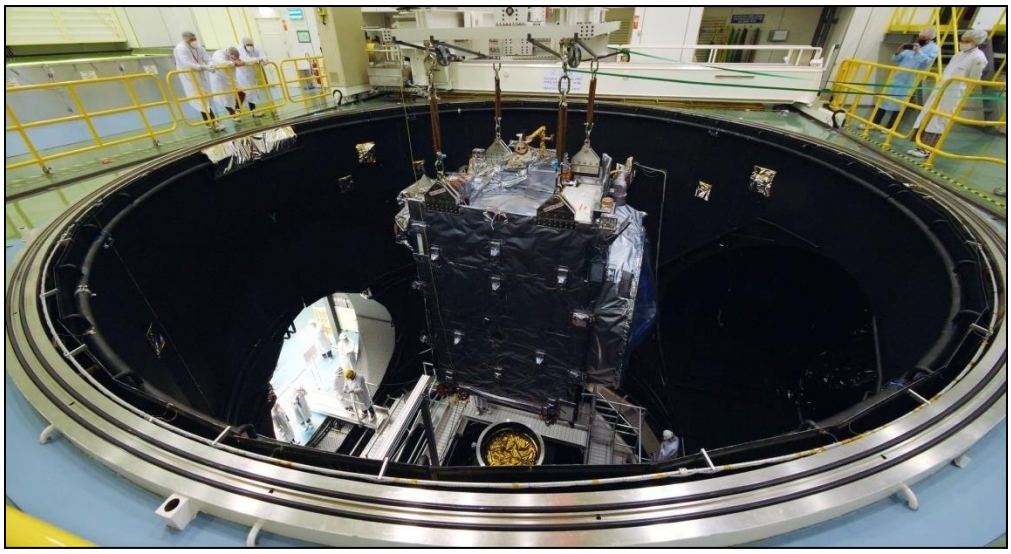
El subsistema de aviónica proporciona suficiente almacenamiento de comandos para permitir la autonomía requerida de las operaciones, incluyendo un almacenamiento de datos científicos de varios días para proporcionar suficiente flexibilidad de modo que la sonda pueda orientarse de acuerdo con las necesidades de los instrumentos científicos y almacenar los datos para el enlace descendente posterior.

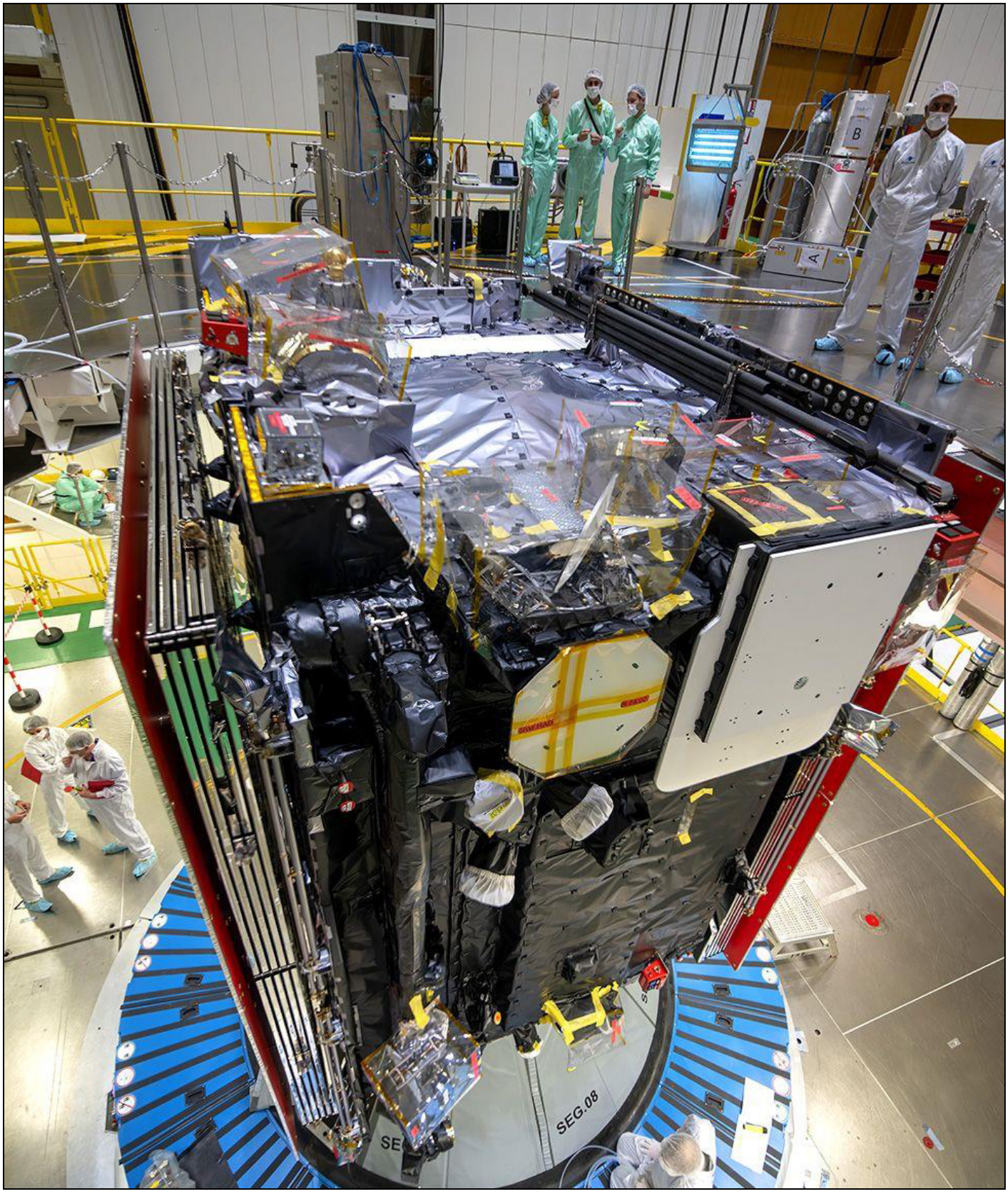
La misión incluirá un número limitado de sobrevuelos de Calisto, Ganímedes y Europa, y finalmente entrará en órbita alrededor de Ganímedes y se eliminará en la superficie de Ganímedes, los objetivos de la categoría de protección planetaria más alta son Europa y Ganímedes; Europa es un objetivo de Categoría de Protección Planetaria III, por lo tanto, la misión debe demostrar que la probabilidad de colisión con Europa es $<10^{-4}$ o someterse a una reducción activa de la carga biológica para cumplir con el requisito de que la probabilidad de contaminación inadvertida del océano de Europa es $<10^{-4}$.

El riesgo de colisión con Europa se limita al período hasta los sobrevuelos de Europa, después de este período, la sonda tiene un perijove más alto que la órbita de Europa y un apocentro más bajo, de modo que las colisiones son lo suficientemente improbables dentro del período de tiempo de interés; se realizó un estudio específico para analizar las probabilidades de impacto, en caso de fallas de la nave después de cada maniobra; según el momento y el lugar de la maniobra, oscila entre menos del 5 y el 40 % (solo para el caso del sobrevuelo de Europa) durante el tiempo que se estima que la nave quedará esterilizada por radiación. En consecuencia, se asignó una asignación para la confiabilidad de la nave espacial frente a la pérdida total, incluido un margen de al menos un factor de dos. Una evaluación ascendente preliminar de las confiabilidades del subsistema de la nave espacial, teniendo en cuenta la vida útil y la exposición al medio ambiente, indicó que se puede cumplir con la confiabilidad global asignada de la nave. En cuanto a las fallas a corto plazo (pérdida de control de la nave durante la aproximación para el sobrevuelo de Europa) se realizará una estrategia de reorientación: se implementará la trayectoria de la sonda de modo que Europa permanezca siempre fuera de la incertidumbre y se realizarán pequeñas maniobras de corrección durante el enfoque.

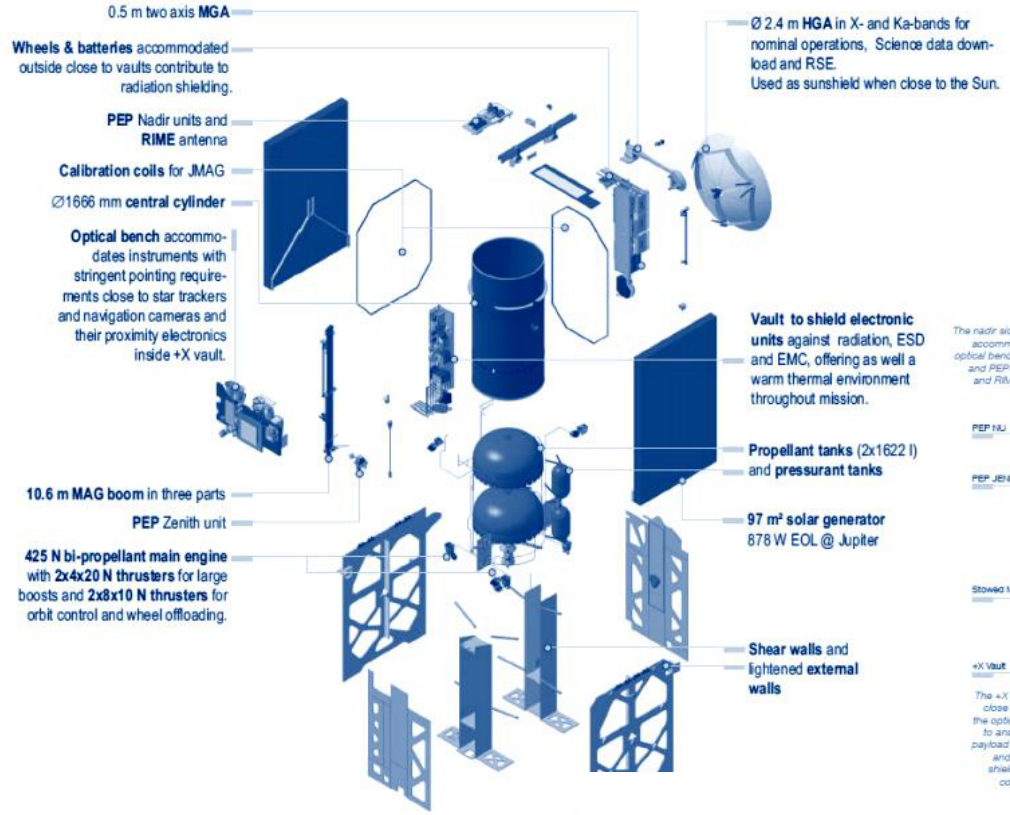
La carga útil consta de 10 instrumentos de última generación, un paquete de detección que incluye imágenes y capacidades de imágenes espectrales desde el UV hasta longitudes de onda submilimétricas, un paquete geofísico que consta de un altímetro láser y una sonda de radar para explorar la superficie y el subsuelo de las lunas, un experimento científico de radio para sondear las atmósferas de Júpiter y sus lunas, y realizar mediciones de los campos de gravedad, un paquete in situ que comprende instrumentos para el estudio del entorno de partículas, un magnetómetro y un instrumento de ondas de radio y plasma, que incluye sensores de campos eléctricos y una sonda Lamgmuir, un experimento que utiliza interferometría de línea de base muy larga basada en tierra que proporcionará una determinación precisa de la posición y la velocidad de la sonda espacial.

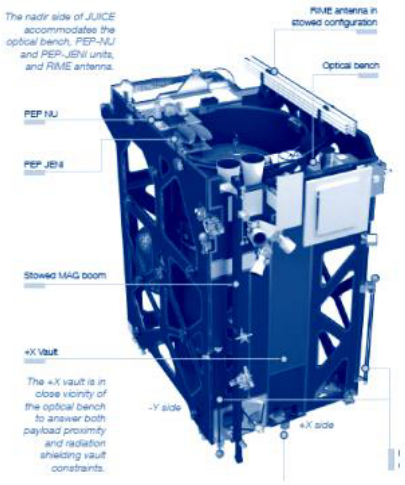


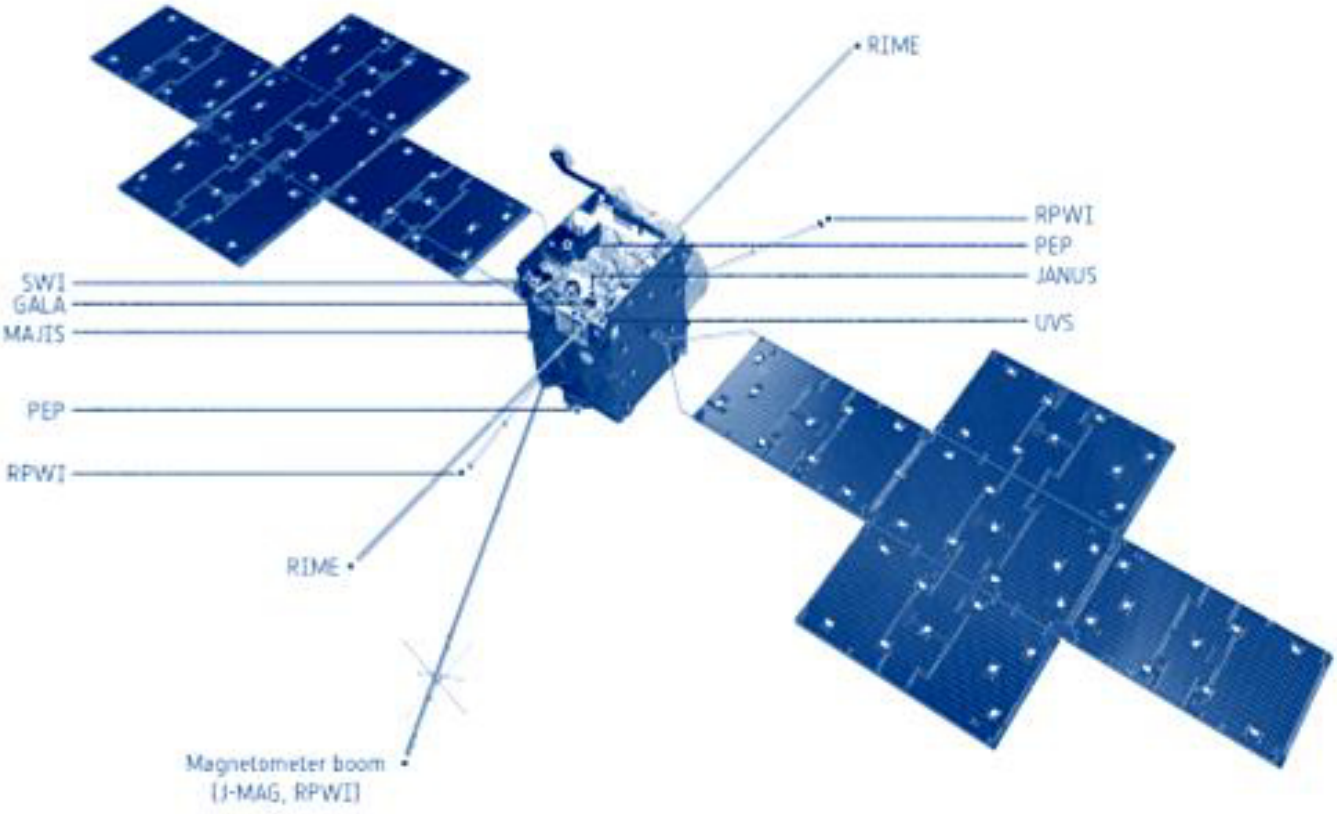



SEG.08

Instrumentos científicos

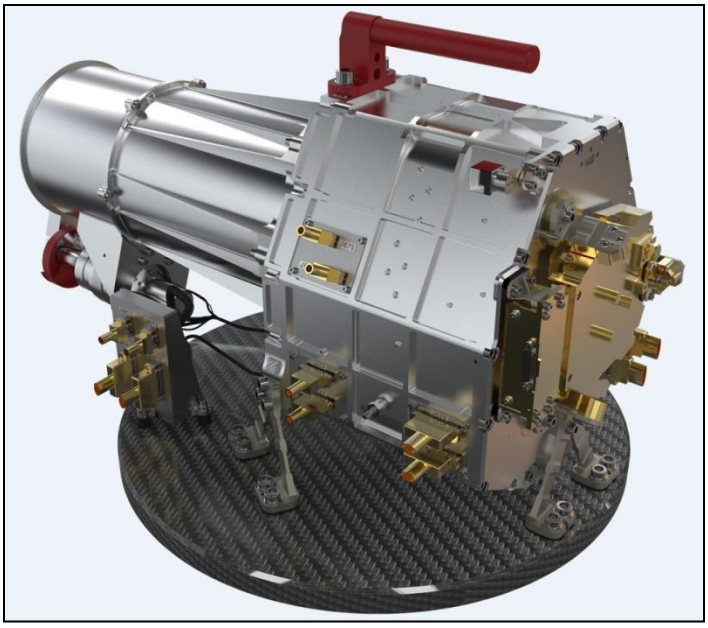


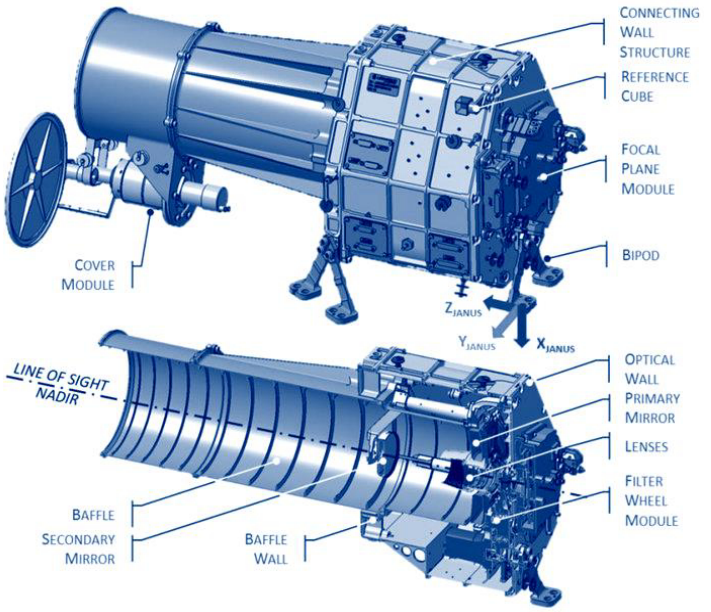




Jovis Amorum ac Natorum Undique Scrutator (JANUS)

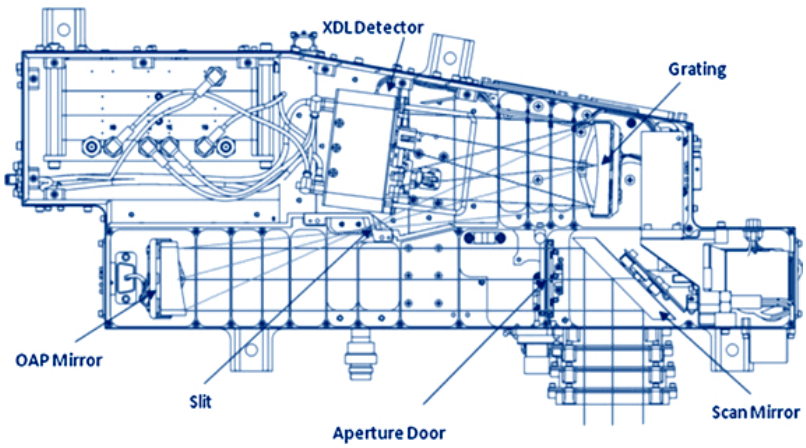
Cámara óptica para estudiar la morfología y los procesos globales, regionales y locales en las lunas, y realizar el mapeo de las nubes en Júpiter, tiene 13 filtros, un campo de visión de 1,3° y una resolución espacial de hasta 2,4 m en Ganímedes y unos 10 Km en Júpiter.

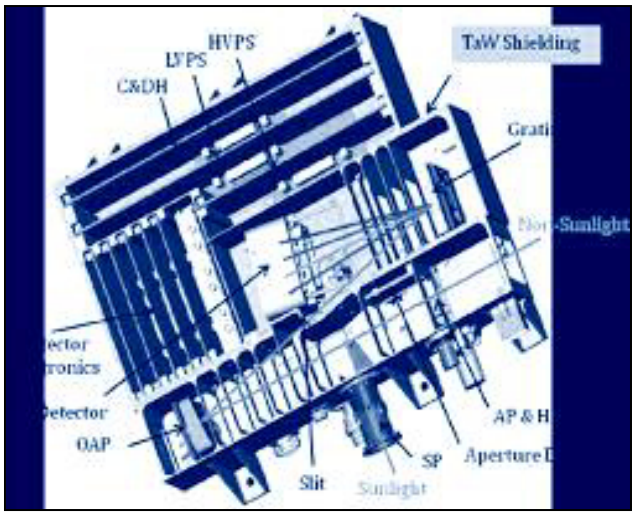




Ultraviolet Spectrograph (UVS)

Espectrómetro UV para caracterizar la composición y la dinámica de las exosferas de las lunas heladas, estudiar las auroras jovianas e investigar la composición y estructura de la atmósfera superior, realizará tanto observaciones nadir como sondeos de ocultación solar y estelar; cubrirá el rango de longitud de onda de 55 a 210 nm con una resolución espectral de <0,6 nm, la resolución espacial alcanzará los 0,5 Km en Ganímedes y hasta 250 Km en Júpiter.



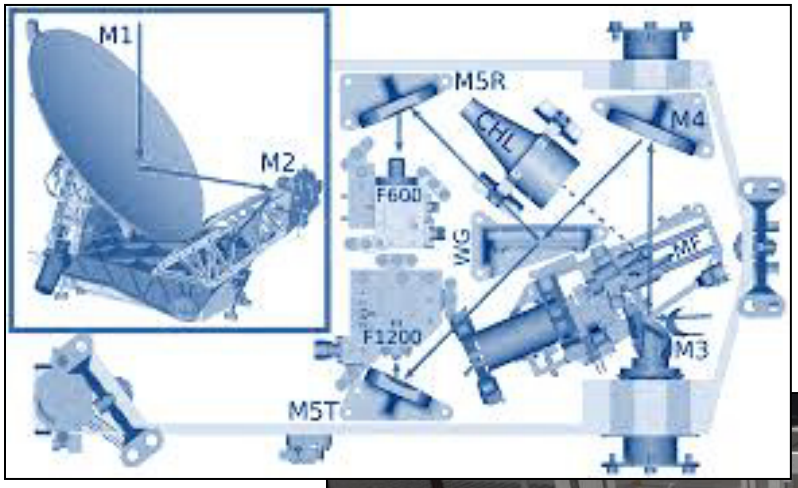


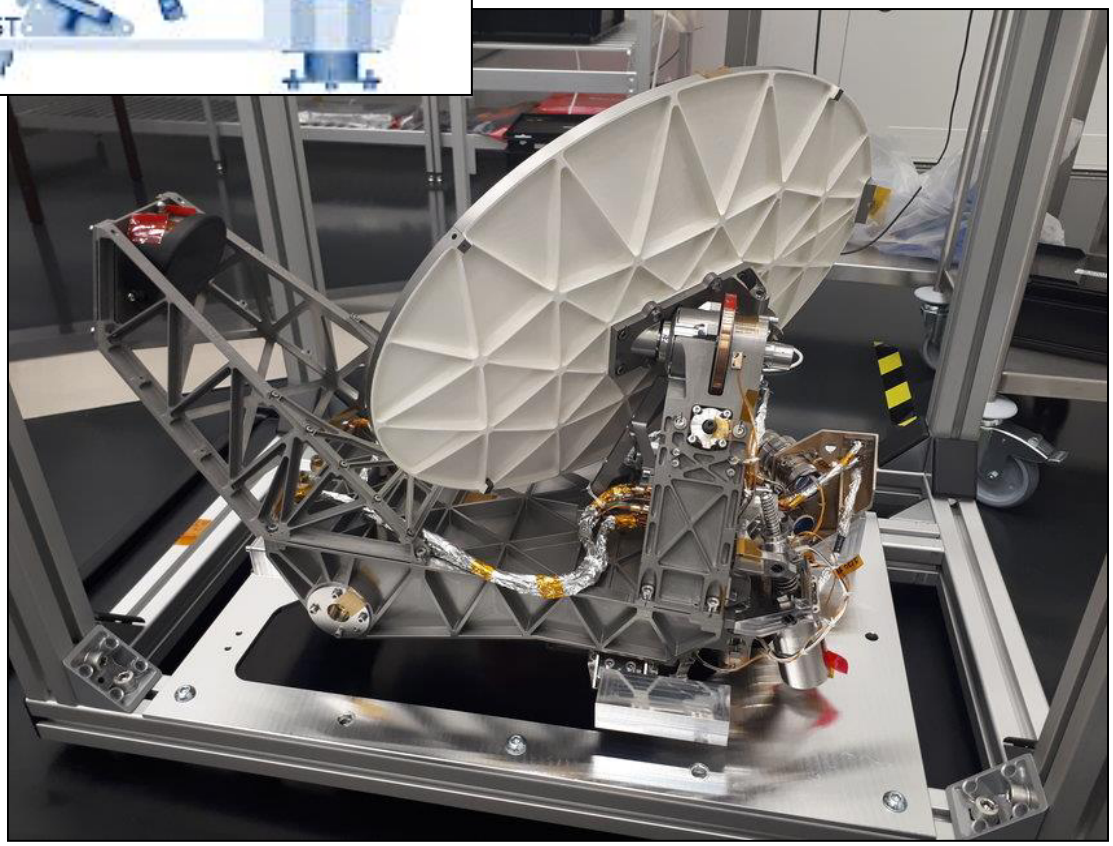
Moon and Jupiter Imaging Specrometer (MAJIS)

Espectrómetro de imágenes hiperespectrales para observar características de nubes troposféricas y especies menores en Júpiter y también caracterizar hielos y minerales en las superficies de las lunas, cubrirá las longitudes de onda visibles e IR de 0,4 a 5,7 micras, con una resolución espectral de 3-7 nm, la resolución espacial será de hasta 25 m en Ganímedes y de unos 100 Km en Júpiter.

Submillimetre Wave Instrument (SWI)

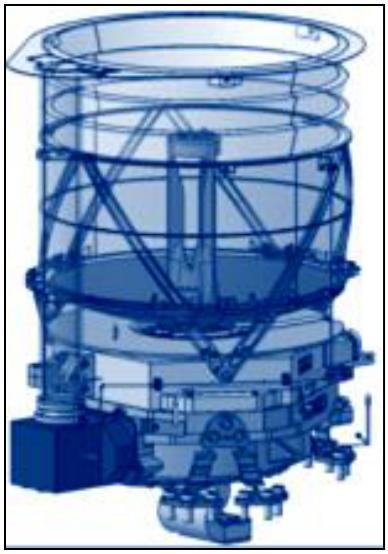
Instrumento de ondas submilimétricas para investigar la estructura de temperatura, composición y dinámica de la estratosfera y troposfera de Júpiter, y las exosferas y superficies de las lunas heladas, es un espectrómetro heterodino que utiliza una antena de 29 cm de diámetro y trabaja en dos rangos espectrales de 1080-1275 GHz y 530-601 GHz con un poder de resolución espectral de ~10^7.

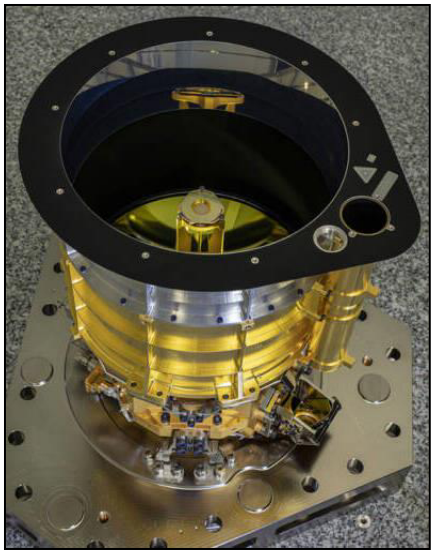




GAnymede Láser Altimeter (GALA)

Instrumento para estudiar la deformación de las mareas de Ganímedes, como también morfología y topografía de las superficies de las lunas, tendrá un tamaño de punto de 20 m y una resolución vertical de 0,1 m a 200 Km.



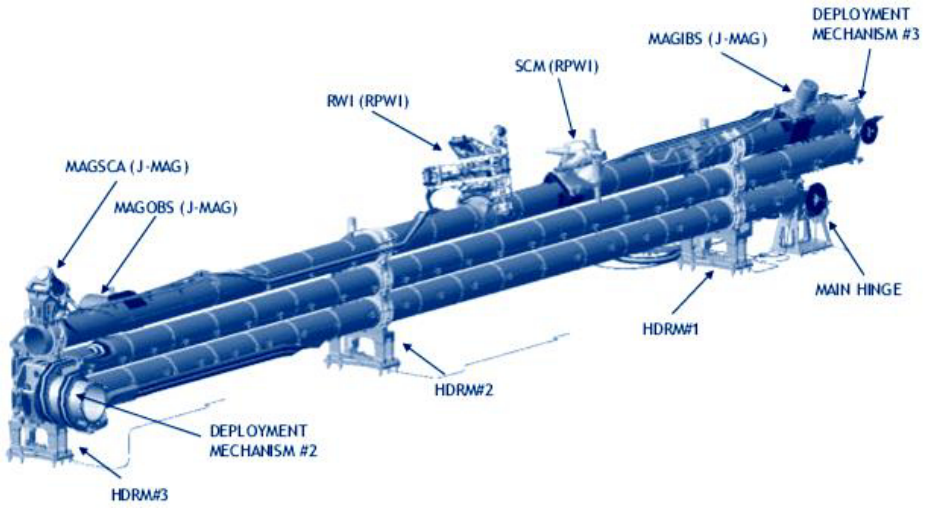


JUICE Magnetometer (J-MAG)

Magnetómetro para caracterizar el campo magnético joviano, su interacción con el campo magnético interno de Ganímedes y para estudiar los océanos subterráneos de las lunas heladas; utilizará sensores de compuertas de flujo (de entrada y de salida) montados en un brazo.

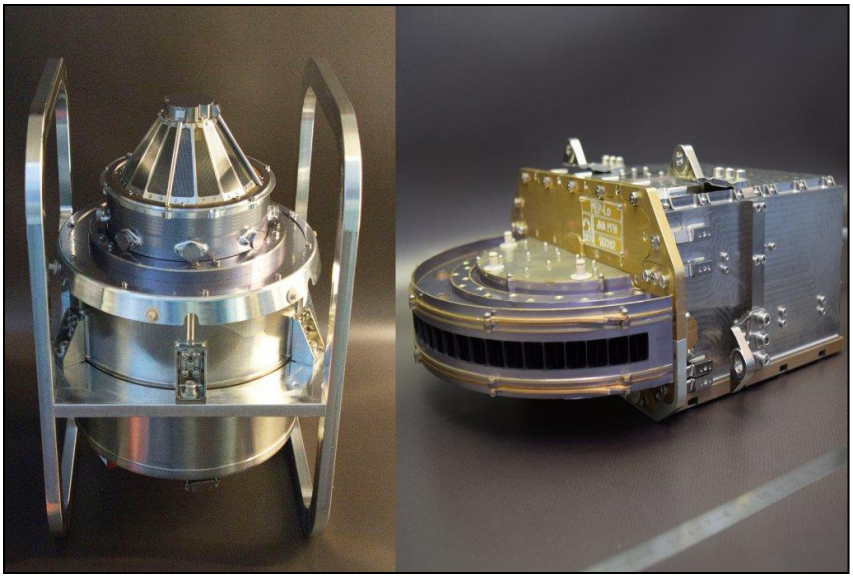
Radio & Plasma Wave Investigation (RPWI)

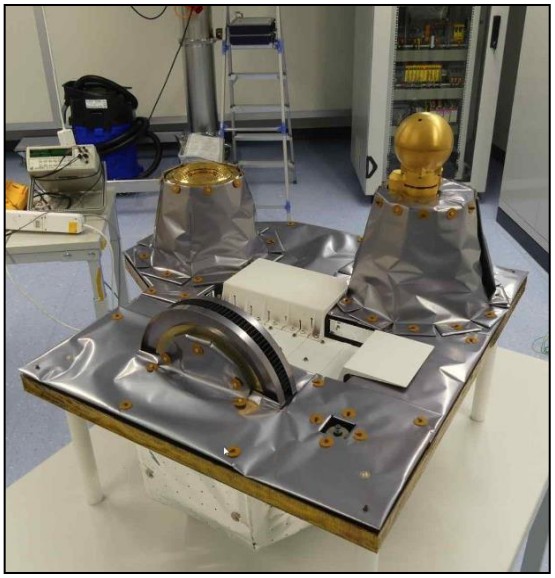
Instrumento de ondas de plasma de radio para caracterizar el entorno de emisión de radio y plasma de Júpiter y sus lunas, se basará en cuatro experimentos (GANDALF, MIME, FRODO y JENRAGE) y utilizará un conjunto de sensores, incluyendo dos sondas Langmuir para medir vectores de campo eléctrico DC hasta una frecuencia de 1,6 MHz y caracterizar receptores de plasma térmico y de media y alta frecuencia, y antenas para medir campos eléctricos y magnéticos en radioemisión en el rango de frecuencia de 80 KHz a 45 MHz.

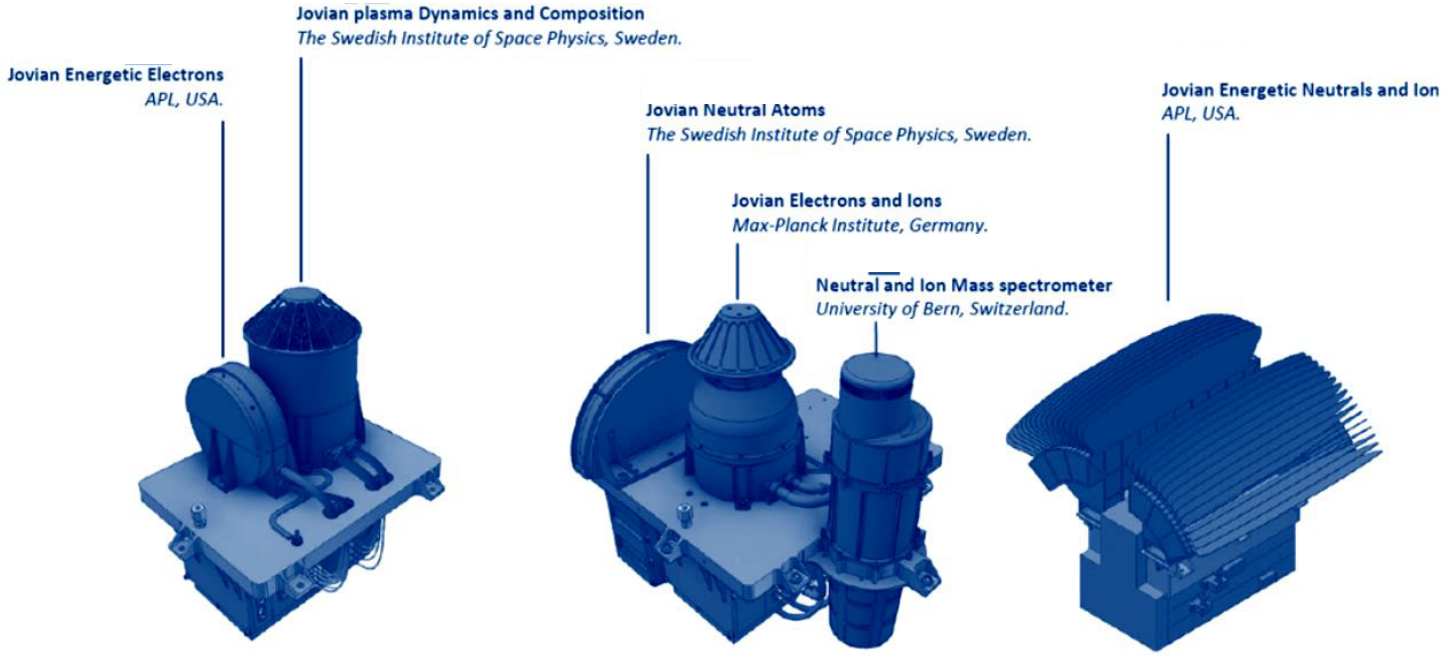


Particle Environment Package (PEP)

Paquete de 6 sensores para caracterizar el entorno de plasma en el sistema joviano; medirá la densidad y los flujos de iones positivos y negativos, electrones, gas neutro exosférico, plasma térmico y átomos neutros energéticos en el rango de energía de <0,001 eV a >1 MeV con cobertura angular completa; la composición de las exosferas de las lunas se medirá con un poder de resolución de más de 1000.







Gravity & Geophysics of Jupiter and Galilean Moons (3GM)

Paquete científico de radio que comprende un transpondedor Ka y un oscilador ultraestable, que se utilizará para estudiar el campo de gravedad, hasta el grado 10, en Ganímedes y la extensión de los océanos internos en las lunas heladas, y para investigar la estructura de las atmósferas neutras y las ionosferas de Júpiter (0,1 - 800 mbar) y sus lunas.

Radar for Icy Moon Exploration (RIME)

Radar de penetración en el hielo para estudiar la estructura del subsuelo hasta 9 Km de profundidad con una resolución vertical de hasta 30 m en hielo; RIME trabajará en una frecuencia central de 9 MHz (ancho de banda de 1 y 3 MHz) y utilizará una antena de radar de 16 m de largo, lamentablemente, el 28-04-2023, la ESA reveló que la misión estaba experimentando problemas con este experimento, la antena de radar quedó atascada en un alfiler muy pequeño, lo que impide que se despliegue por completo, funcionarios de la ESA han confirmado que hay una serie de opciones disponibles cuando se trata de empujar el instrumento crítico fuera de su posición actual, incluyendo encender el motor para sacudir un poco la nave, seguido de una serie de rotaciones que calentarían la montura y el radar (que actualmente se encuentra en las sombra de la Tierra) además, se espera que tenga tres rotaciones térmicas y encendidos de propulsores; posteriormente, y como último recurso, el actuador restante (dispositivo mecánico para liberar el otro brazo) se disparará sobre el soporte atascado.

Planetary Radio Interferometer & Doppler Experiment (PRIDE)

La determinación precisa de la posición lateral de la nave espacial en la esfera celeste es el principal resultado del Experimento Planetario de Radiointerferometría y Doppler (PRIDE) utilizando la técnica radioastronómica de referencia de fase (campo cercano) VLBI, PRIDE proporciona estimaciones ultraprecisas de los vectores de estado de la nave espacial, PRIDE proporcionará la posición lateral de JUICE en el marco de referencia celeste internacional, estas mediciones, en sinergia con los instrumentos de radiociencia y astrometría óptica de a bordo, ayudarán a mejorar los valores actuales de las efemérides de las lunas galileanas.

Las observaciones PRIDE/VLBI de campo cercano de las naves espaciales se pueden utilizar para una variedad de aplicaciones científicas, incluida la mejora de las efemérides, mecánica celeste ultraprecisa de los sistemas planetarios, gravimetría, determinación de la órbita de las naves y la física fundamental, estas aplicaciones científicas se basan en dos cantidades observables: la tasa de alcance radial (desplazamiento Doppler de la señal portadora del sistema de comunicaciones de servicio) y la posición celeste lateral (transversal) de la nave espacial con respecto al marco de referencia celeste internacional (ICRF).

Las mediciones de la posición lateral diferencial de la nave espacial en relación con ICRF se realizan mediante observaciones VLBI de la nave y fuentes de radio extragalácticas de fondo; esta técnica es complementaria a los experimentos científicos de radio y aborda aquellas áreas de objetivos que requieren una estimación precisa del vector de estado de la nave; en el curso de sus órbitas alrededor de las lunas galileanas, la misión JUICE realizará estudios detallados de la dinámica del sistema de Júpiter, la sinergia de la instrumentación a bordo y las observaciones desde la Tierra permitirán medir con una precisión sin precedentes la dinámica de las lunas, proporcionando información crucial para la determinación de las efemérides y las propiedades físicas del sistema de Joviano.

Lanzamiento y trayectoria

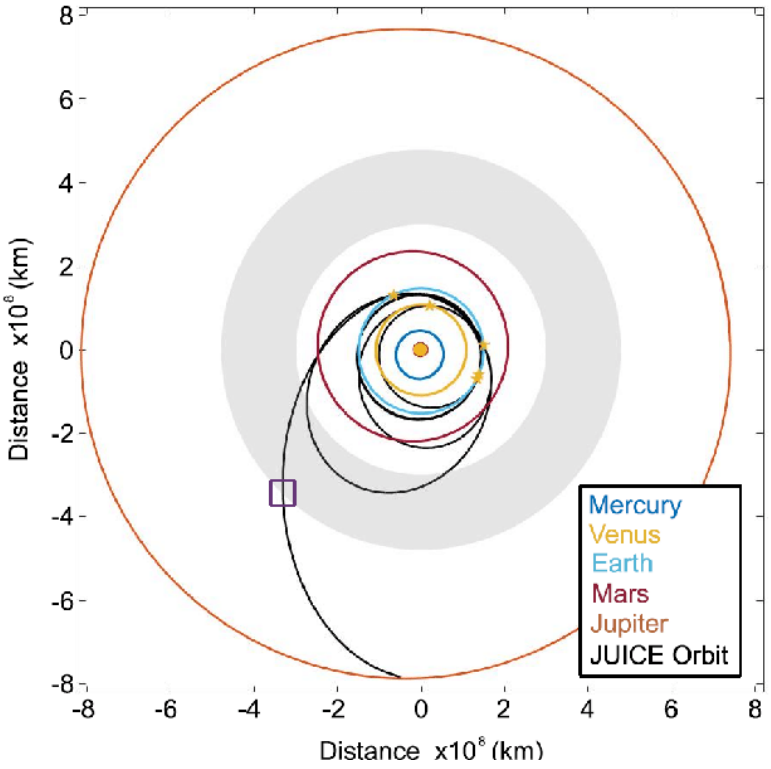
El lanzamiento de la sonda JUICE estaba planeada para el 13-04-2023 a bordo de un cohete Ariane V (vuelo VA-260) desde el Centro Espacial Kourou, que se retrasó debido a las condiciones climáticas, y finalmente su lanzamiento se llevó a cabo el 14-04-2023.

Una serie de sobrevuelos asistidos por gravedad de la Tierra, Tierra-Luna (agosto de 2024), Venus (agosto de 2025), Tierra (septiembre de 2026 y enero de 2029), intercalados por las órbitas continuas de la sonda alrededor del Sol pondrán a la nave espacial en curso para su llegada a Júpiter en julio de 2031.

El sobrevuelo de JUICE del sistema Tierra-Luna, conocido como Asistencia por gravedad Lunar-Tierra (LEGA), es una primicia mundial, al realizar esta maniobra, un sobrevuelo de la Luna asistido por gravedad seguido solo 1,5 días después por uno de la Tierra, la sonda JUICE ahorra una cantidad significativa de propulsor en su viaje.

La nave comenzará su misión científica 6 meses antes de entrar en órbita alrededor de Júpiter, realizando observaciones a medida que se acerca a su destino. Una vez en el sistema joviano, un sobrevuelo asistido por gravedad de la luna Ganímedes, ayudará a JUICE a entrar en órbita alrededor del gigante gaseoso; mientras esté en la órbita de Júpiter, la nave pasará 4 años realizando observaciones detalladas de Júpiter y tres de sus lunas más grandes: Ganímedes, Calisto y Europa; realizará 2 sobrevuelos de Europa (en julio de 2032) observará las zonas activas de la luna, su composición superficial y geología, buscará bolsas de agua líquida debajo de la superficie y estudiará el entorno de plasma alrededor de la luna, explorando también la diminuta atmósfera de la y buscando penachos de vapor de agua.

Una secuencia de sobrevuelos de Calisto no solo se utilizará para estudiar este mundo antiguo con cráteres que también puede albergar un océano subterráneo, sino que también cambiará el ángulo de la órbita de JUICE con respecto al ecuador de Júpiter, lo que hará posible investigar las regiones polares y el medio ambiente de Júpiter en latitudes más altas en los años 2032 a 2034; una secuencia de sobrevuelos de Ganímedes y Calisto ajustará la órbita de la sonda, orientándola correctamente y minimizando la cantidad de propulsor gastado, para que pueda entrar en órbita alrededor de Ganímedes en diciembre de 2034, convirtiéndola en la primera nave espacial en orbitar la luna de otro planeta.

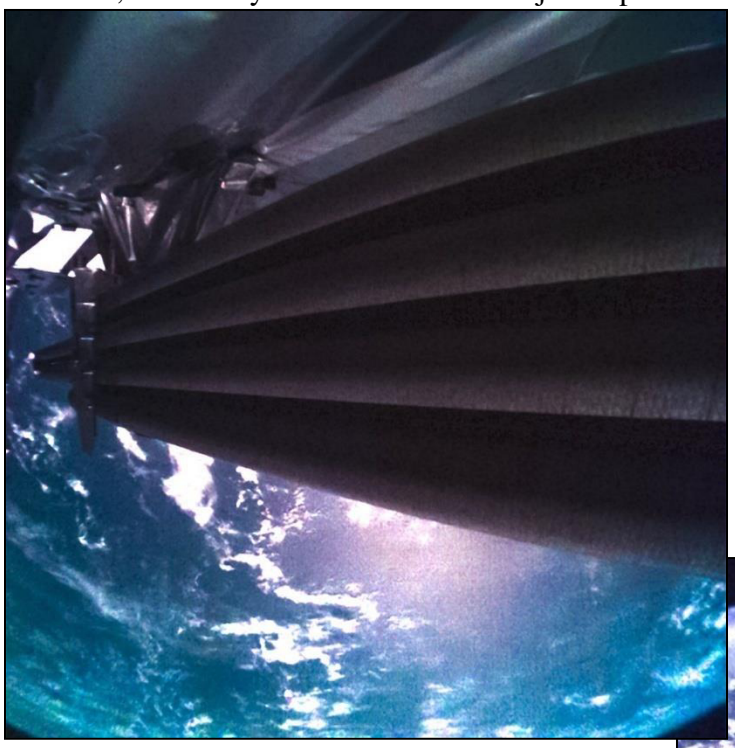


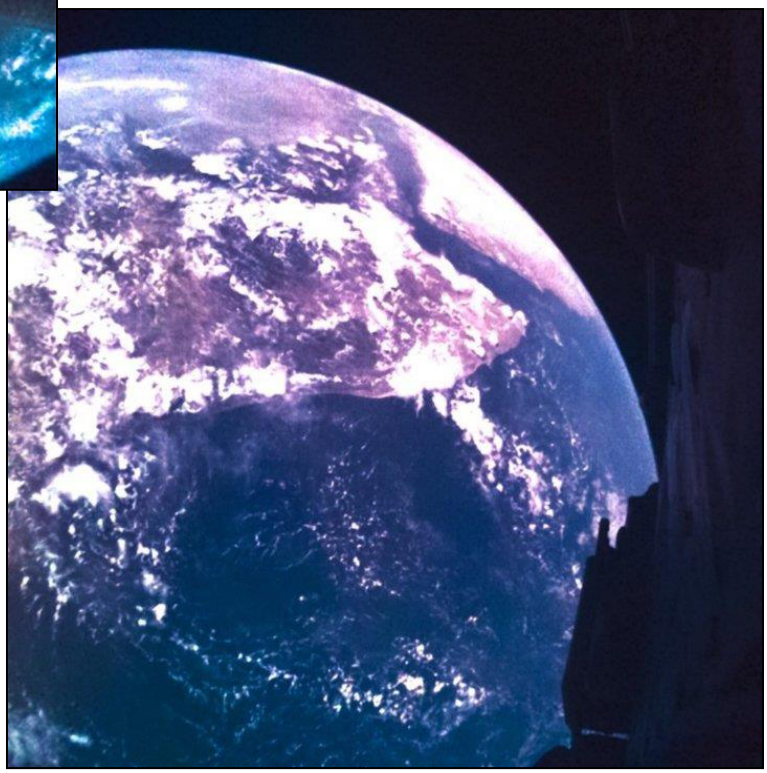
A la órbita elíptica inicial de JUICE le seguirá una órbita circular de 5000 Km de altitud y, más tarde, una órbita circular de 500 Km de altitud; con el tiempo, la órbita de la nave alrededor de Ganímedes decaerá naturalmente (finalmente no habrá suficiente propulsor para mantenerla) y tendrá un impacto rasante en la superficie a finales de 2035.

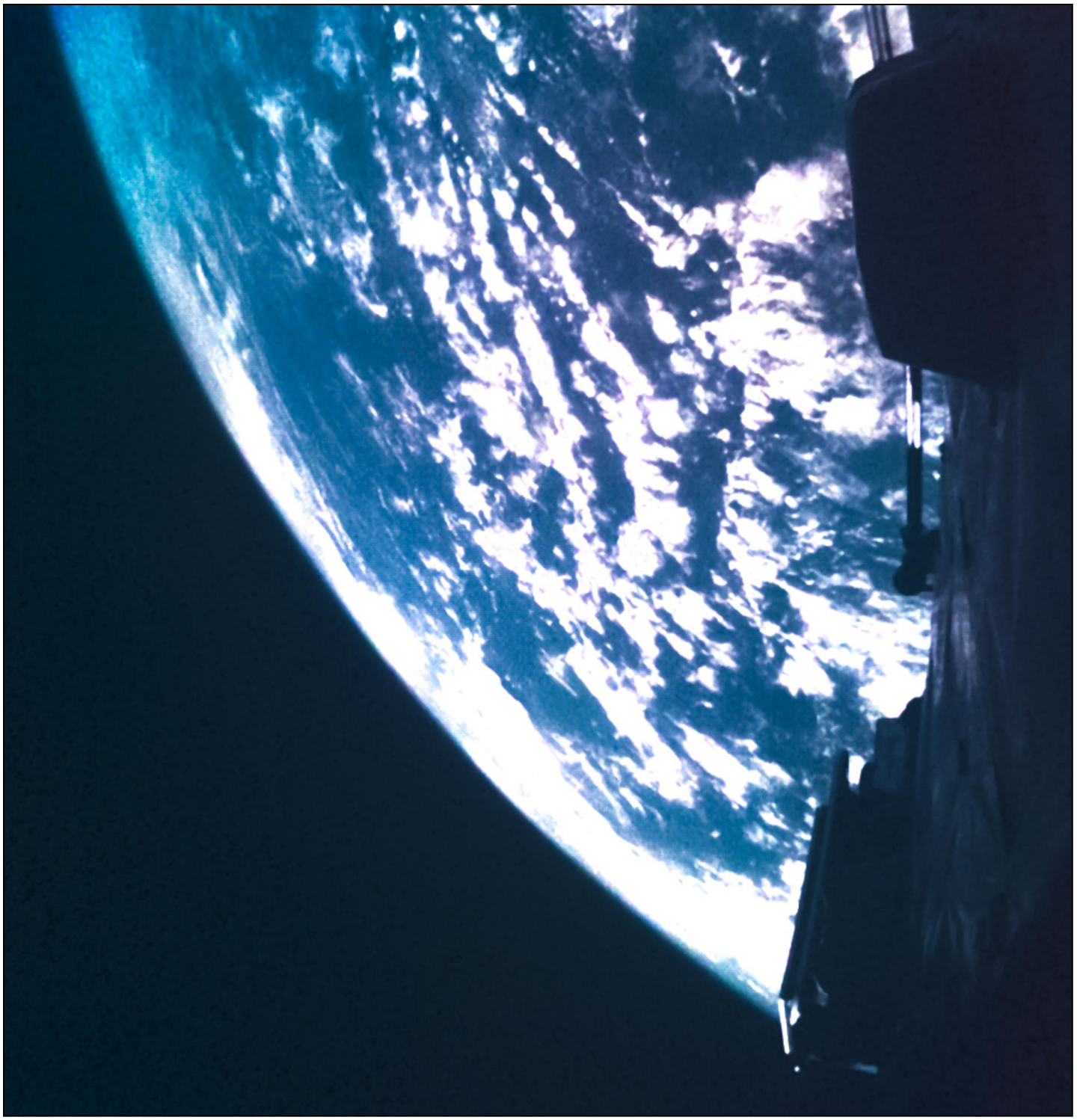
esa
arianespace

Primeras imágenes

El 15-04-2023 la sonda JUICE toma las primeras imágenes de cámara de monitoreo que muestran parte de la nave espacial con la Tierra, la sonda posee 2 cámaras de monitoreo ubicadas en el cuerpo de la nave espacial para registrar varios despliegues, las imágenes proporcionan instantáneas de 1024 x 1024 pxl y se procesan ligeramente con un ajuste de color preliminar, la cámara de monitoreo JMC-1 está ubicada en la parte delantera de la nave y mira en diagonal hacia arriba en un campo de visión que ve una parte de uno de los paneles solares y las antenas desplegadas; la cámara de monitoreo JMC-2 está ubicada en la parte superior de la nave espacial y se coloca para monitorear el despliegue de múltiples etapas de la antena radar RIME de 16 m de largo; las cámaras de monitoreo también estarán activas durante varias operaciones de la misión, incluidos los sobrevuelos asistidos por gravedad de la Luna, la Tierra y Venus durante el viaje a Júpiter.







Noticias

Contenidos astronómicos educativos

Por medio del canal de la plataforma Youtube que posee la Sociedad Lunar Argentina, se podrá disfrutar de una gran cantidad de videos relacionados a estudios y observaciones de nuestro astro más cercano.

Bienvenidos, y a disfrutar de la astronomía y la astronáutica lunar.

Paseo por la Luna Creciente https://www.youtube.com/watch?v=TNfw6CUSNBc

Observación lunar en directo https://www.youtube.com/watch?v=g71m43tjmKg

Fenómenos Lunares Transitorios (FLT) https://www.youtube.com/watch?v=yPMU1OFPd8w

Dial Radio/TV, observación lunar por aficionados https://www.youtube.com/watch?v=LeGtfCrefTs

Selenografía, lo que podemos observar en la superficie de la Luna https://www.youtube.com/watch?v=Ydq6eYM7OMQ

Un paseo por Mare frigoris https://www.youtube.com/watch?v=wYcWnqpf_Dw

Observación amateur de la Luna https://www.youtube.com/watch?v=ttCN_hWf8R4

Rovertito, un proyecto lunar argentino https://www.youtube.com/watch?v=F_7MRfraM7E

Un paseo por Mare Crisium https://www.youtube.com/watch?v=3GNlaPnyVwY

Estudio científico de los FLT https://www.youtube.com/watch?v=UO8UFoQen7E

Bases lunares, historia y perpectivas https://www.youtube.com/watch?v=rELeiz6pimw

Bases lunares, desafíos de la vida en la Luna https://www.youtube.com/watch?v=u_A53QQwbzs

Bases lunares, Colonización https://www.youtube.com/watch?v=1-ne2WBy2uE

50 años de Apollo 15 - Luz en el pantano, investigando Palus Putredinis https://www.youtube.com/watch?v=UvpEzgOqyAY

Paseo por la Luna Creciente (4° noche) https://www.youtube.com/watch?v=__j5waKDY9A

Fuentes de información y fotos vertidas en esta publicación

Airbus Defense and Space

Conferencia Aeroespacial IEEE, 2007.

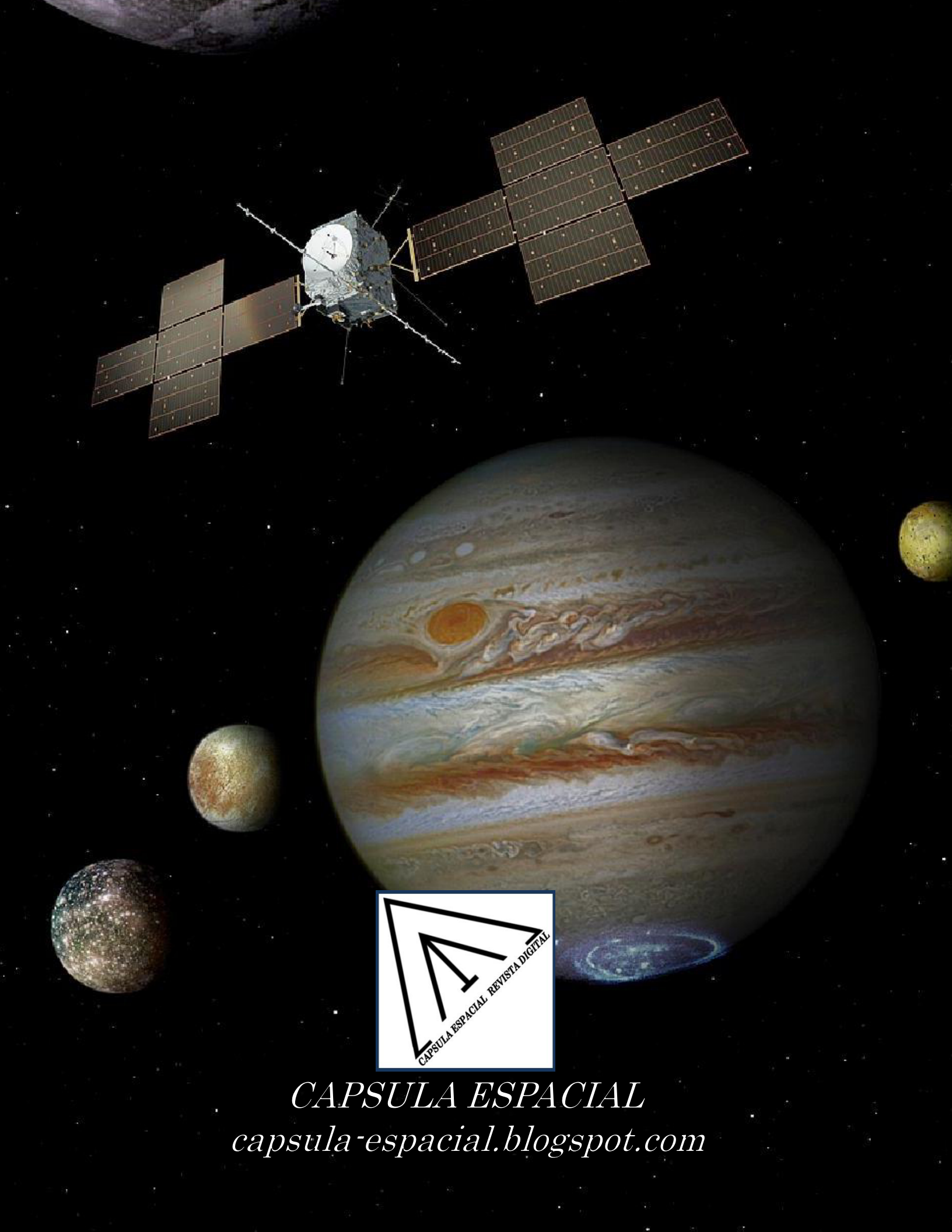
EPSC, resúmenes vol. 11, Congreso Europeo de Ciencias Planetarias, 2017.

European Space Agency (ESA).

Europa Jupiter System Mission, Summary report, NASA-ESA, 2009

National Aeronautics and Space Administration (NASA).

The Europa Orbiter Mission Design, 49th International Astronautical Congress, Melbourne, Australia, 1998.



CAPSULA ESPACIAL

capsula-espacial.blogspot.com